

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-164999

(43)Date of publication of application : 19.06.2001

(51)Int.Cl.

F02M 25/07

(21)Application number : 11-354997

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 14.12.1999

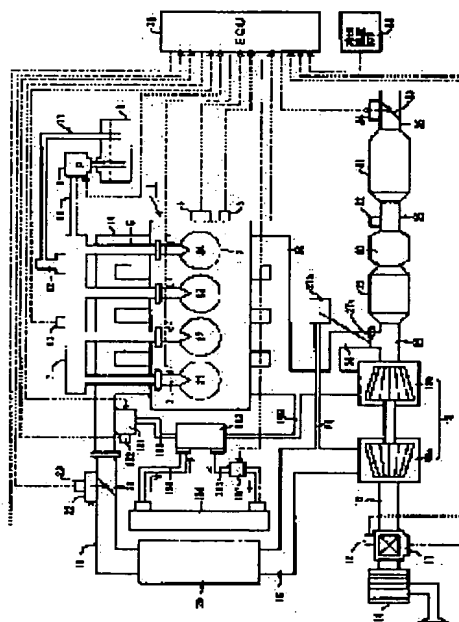
(72)Inventor : ONO TOMOYUKI  
SUEMATSU TOSHIO  
FUKUMA TAKAO  
OTSUBO YASUHIKO  
MATSUOKA HIROKI  
KOBAYASHI MASAOKI  
ENDO GENSHIRO

## (54) CLOGGING SENSING DEVICE OF EXHAUST GAS RECIRCULATION DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To sense accurately an occurrence of clogging in an EGR device to recirculate part of the exhaust gas flowing in the exhaust system of an internal combustion engine back to its suction system, whereby a degradation of exhaust gas emission resulting from clogging is precluded.

SOLUTION: A clogging sensing device of an exhaust gas recirculation device is equipped with an exhaust gas recirculating passage leading from the exhaust passage of an internal combustion engine to its suction passage, a flow regulating valve to adjust the flow rate of the exhaust gas flowing in the exhaust gas recirculating passage, an exhaust gas recirculation amount controlling means to control the degree of opening of the flow regulating valve in accordance with the operating condition of the engine, and a clogging judging means to pass a judgement that the exhaust gas recirculating passage is clogged in the case the degree of opening of the flow regulating valve is greater than the specified reference value when the engine is in the specified operating condition.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.11.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 31.03.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The exhaust-gas-recirculation path which opens an internal combustion engine's flueway and inhalation-of-air path for free passage, and the flow control valve which adjusts the flow rate of the exhaust air which flows the inside of said exhaust-gas-recirculation path, The amount control means of exhaust gas recirculation which controls the opening of said flow control valve according to said internal combustion engine's operational status, Plugging detection equipment of the exhaust-gas-recirculation equipment characterized by equipping said exhaust-gas-recirculation path with a plugging judging means to judge with plugging having occurred when the opening of said flow control valve in case said internal combustion engine is in predetermined operational status is larger than a predetermined criteria opening.

[Claim 2] Said plugging judging means is plugging detection equipment of the exhaust-gas-recirculation equipment characterized by the opening of said flow control valve judging with plugging having occurred from said criteria opening to said exhaust-gas-recirculation path more than the predetermined opening when large.

[Claim 3] Said criteria opening is plugging detection equipment of the exhaust-gas-recirculation equipment according to claim 1 characterized by being the value determined based on an opening when said internal combustion engine is in predetermined operational status and plugging has not occurred to said exhaust-gas-recirculation path.

[Claim 4] Said criteria opening is plugging detection equipment of the exhaust-gas-recirculation equipment according to claim 1 characterized by being the value determined based on the study value of an opening when said internal combustion engine is in predetermined operational status and plugging has not occurred to said exhaust-gas-recirculation path.

[Claim 5] Said exhaust-gas-recirculation path is plugging detection equipment of the exhaust-gas-recirculation path according to claim 1 which is equipped with a cooling means to cool the exhaust air which flows the inside of this exhaust-gas-recirculation path, and is characterized by judging with plugging having occurred for said cooling means when said plugging judging means has the opening of said flow control valve in case said internal combustion engine is in predetermined operational status larger than a predetermined criteria opening.

[Claim 6] It is plugging judging equipment of the exhaust-gas-recirculation equipment according to claim 1 characterized by judging plugging of said exhaust-gas-recirculation path when the inhalation-of-air throttle valve which adjusts the flow rate of new mind of flowing this inhalation-of-air path is prepared in said internal combustion engine's inhalation-of-air path, said plugging judging means has said internal combustion engine in a low load and low revolution operational status and the opening of said inhalation-of-air throttle valve is in a predetermined opening.

[Claim 7] The exhaust-gas-recirculation path which leads a part of exhaust air which flows an internal combustion engine's flueway to said internal combustion engine's inhalation-of-air path, A cooling means to cool the exhaust air which is formed in the middle of said exhaust-gas-recirculation path, and flows this exhaust-gas-recirculation path, A plugging judging means to judge with plugging having occurred for said cooling means when the cooling effectiveness computed by cooling effectiveness calculation means to compute the cooling effectiveness of said cooling means, and said cooling effectiveness calculation means fell from a predetermined

reference value, Plugging detection equipment of the exhaust-gas-recirculation equipment characterized by preparation \*\*\*\*\*.

[Claim 8] It is plugging detection equipment of the exhaust-gas-recirculation equipment according to claim 7 characterized by for said cooling means to be a water-cooling-type cooler which performs heat exchange between predetermined cooling water and exhaust air, and for said cooling effectiveness calculation means to compute the cooling effectiveness of said water-cooling-type cooler by making into a parameter temperature of the exhaust air which flows into said water-cooling-type cooler, temperature of the cooling water supplied to said water-cooling-type cooler, and temperature of the exhaust air which flows out of said water-cooling-type cooler.

[Claim 9] The exhaust-gas-recirculation path which opens an internal combustion engine's flueway and inhalation-of-air path for free passage, and the flow control valve which adjusts the flow rate of the exhaust air which flows the inside of said exhaust-gas-recirculation path, The inhalation-of-air throttle valve which adjusts the flow rate of the inhalation of air which is prepared in an upstream part by at least the connection of said exhaust-gas-recirculation path at said inhalation-of-air path, and flows the inside of said inhalation-of-air path, said internal combustion engine's operational status -- responding -- said flow control valve -- and -- or with the amount control means of exhaust gas recirculation which controls the opening of said inhalation-of-air throttle valve Plugging detection equipment of the exhaust-gas-recirculation equipment characterized by equipping said exhaust-gas-recirculation path with a plugging judging means to judge with plugging having occurred when the opening of said flow control valve in case said internal combustion engine is in predetermined operational status, or the opening of said inhalation-of-air throttle valve is larger than a predetermined criteria opening.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the technique of detecting especially plugging of EGR equipment, about the exhaust-gas-recirculation (EGR:Exhaust Gas Recirculation) equipment which carries out recycling of a part of exhaust air which flows an internal combustion engine's exhaust air system to an inhalation-of-air system.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, in the internal combustion engine carried in an automobile etc., development of the lean combustion type internal combustion engine which enables combustion of the gaseous mixture of a hyperoxia condition (Lean air-fuel ratio) for the purpose of reducing fuel consumption is furthered.

[0003] On the other hand, if the gaseous mixture of the Lean air-fuel ratio burns in a lean combustion type internal combustion engine which described above, it is known that comparatively a lot of nitrogen oxides (NOx) will be generated. More nitrogen oxides (NOx) are generated, so that the rate of combustion of gaseous mixture becomes quick especially, or, so that the combustion temperature of gaseous mixture becomes high.

[0004] The method of using the exhaust-gas-recirculation (EGR:Exhaust Gas Recirculation) equipment to which recycling of a part of exhaust air which flows an internal combustion engine's flueway is carried out to this internal combustion engine's inhalation-of-air path as an approach of reducing the amount of the nitrogen oxides (NOx) discharged by the internal combustion engine is proposed.

[0005] EGR equipment reduces the amount of the nitrogen oxides (NOx) which the rate of combustion and combustion temperature of gaseous mixture in an internal combustion engine's combustion chamber are reduced, with are generated at the time of combustion using the incombustibility which inert gas components, such as a steam (H<sub>2</sub>O) contained during exhaust air, a carbon monoxide (CO), and a carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), have, and endoergic nature.

[0006] In addition, equipments of various configurations, such as equipment which consists of EGR valves which adjust the flow rate of the exhaust air (EGR gas) which flows the inside of the EGR path which opens an internal combustion engine's flueway and inhalation-of-air path for free passage, and an EGR path as EGR equipment which was described above, and equipment constituted by preparing the EGR cooler for cooling EGR gas in addition to an EGR path and an EGR valve in the middle of an EGR path, are proposed.

[0007] By the way, with EGR equipment, when soot, an unburnt fuel component, etc. which are contained during exhaust air adhere or deposited on the wall surface of an EGR path, the wall surface in an EGR cooler, etc., the case where blinding occurred was in the EGR path or the EGR cooler. When blinding occurred in the EGR path or the EGR cooler, it became difficult to carry out recycling of the EGR gas of the amount of requests to an inhalation-of-air path, and there was a problem of it becoming impossible to fully reduce the yield of the nitrogen oxides (NOx) in an internal combustion engine.

[0008] By the former, the EGR equipment of a diesel power plant which was indicated by JP,10-196462,A etc. is proposed to such a problem. The EGR equipment of the diesel power plant

indicated by said official report establishes the NOx reduction catalyst which returns the nitrogen oxides (NOx) under exhaust air to an upstream part by using as a reducing agent the soot contained in EGR gas, and consists of EGR coolers in the EGR path which opens an internal combustion engine's flueway and inhalation-of-air path for free passage.

[0009] Thus, by making the soot in EGR gas consume as a reducing agent in the NOx reduction catalyst of the EGR cooler upstream, the EGR equipment of the constituted diesel power plant tends to reduce the soot which flows into an EGR cooler, with tends to prevent the blinding of an EGR cooler.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, with the EGR equipment of a diesel power plant which was indicated by the official report mentioned above, when an NOx reduction catalyst is in a non-active state, SOF (Soluble Organic Function) components contained in EGR gas, such as soot and unburnt hydrocarbon (HC), will flow into an EGR cooler, without being consumed by the NOx reduction catalyst. When such an event is repeated, there is a possibility that a SOF component may deposit on an EGR cooler and the blinding of an EGR cooler may occur.

[0011] Furthermore, with the EGR equipment of the above mentioned diesel power plant, since it does not have a means to detect the blinding of an EGR cooler or an EGR path, there is a case where it becomes difficult to carry out recycling of the EGR gas of the amount of requests to an inhalation-of-air path when the blinding of an EGR cooler or an EGR path actually occurs, consequently it becomes impossible to fully reduce the yield of the nitrogen oxides (NOx) in an internal combustion engine.

[0012] This invention aims at contributing to aggravation prevention of the exhaust-air emission resulting from blinding by being made in view of various problems which were described above, and offering the technique detect generating of the blinding in EGR equipment with a sufficient precision, in the internal combustion engine having the EGR equipment to which recycling of a part of exhaust air which flows an internal combustion engine's exhaust-air system is carried out to this internal combustion engine's inhalation-of-air system.

[0013]

[Means for Solving the Problem] The following means were used for this invention in order to solve the above-mentioned technical problem. Namely, the plugging detection equipment of the exhaust-gas-recirculation equipment concerning this invention The exhaust-gas-recirculation path which opens an internal combustion engine's flueway and inhalation-of-air path for free passage, and the flow control valve which adjusts the flow rate of the exhaust air which flows the inside of said exhaust-gas-recirculation path, The amount control means of exhaust gas recirculation which controls the opening of said flow control valve according to said internal combustion engine's operational status, When the opening of said flow control valve in case said internal combustion engine is in predetermined operational status is larger than predetermined criteria opening, it is characterized by equipping said exhaust-gas-recirculation path with a plugging judging means to judge with plugging having occurred.

[0014] Thus, the amount control means of exhaust gas recirculation controls the opening of a flow control valve by the plugging detection equipment of the constituted exhaust-gas-recirculation equipment according to an internal combustion engine's operational status. For example, the amount control means of exhaust gas recirculation carries out feedback control of the opening of a flow control valve that it should consider as the amount of the request of the amount of the new mind actually inhaled by the internal combustion engine according to this internal combustion engine's operational status.

[0015] In feedback control which was described above, if there are few amounts of the new mind actually inhaled by the internal combustion engine than the amount of requests, the amount control means of exhaust gas recirculation will amend the opening of a flow control valve in the direction of clausilium.

[0016] In this case, the amount of the exhaust air (a recirculating gas is called hereafter) by which recycling is carried out from a flueway at an inhalation-of-air path will decrease, and the amount of the recirculating gas inhaled by the internal combustion engine according to it will

decrease. Reduction of the recycling capacity inhaled by the internal combustion engine increases the amount of new mind that only the decrement is inhaled by the internal combustion engine.

[0017] In feedback control which was described above, if there are more amounts of the new mind actually inhaled by the internal combustion engine than the amount of requests, the amount control means of exhaust gas recirculation will amend the opening of a flow control valve in the valve-opening direction.

[0018] In this case, the amount of the recirculating gas by which recycling is carried out will increase from a flueway to an inhalation-of-air path, and the amount of the recirculating gas inhaled by the internal combustion engine according to it will increase. An increment of the recycling capacity inhaled by the internal combustion engine decreases the amount of new mind that only the increment is inhaled by the internal combustion engine.

[0019] When such control is performed and plugging of an exhaust-gas-recirculation path occurs, opening of a flow control valve will be enlarged as compared with the case where plugging has not occurred to an exhaust-gas-recirculation path. Namely, when plugging occurs to an exhaust-gas-recirculation path Since the amount of the new mind inhaled by the internal combustion engine increases while the recycling capacity by which recycling is carried out from a flueway at an inhalation-of-air path decreases from always [ forward ] and the recycling capacity inhaled by the internal combustion engine according to it decreases, the amount control means of exhaust gas recirculation will amend the opening of a flow control valve in the valve-opening direction so that it may decrease the amount of the new mind inhaled by the internal combustion engine (in other words the recycling capacity inhaled by the internal combustion engine is increased -- it should make).

[0020] Then, a plugging judging means measures the opening of a flow control valve in case an internal combustion engine is in predetermined operational status, and predetermined criteria opening, and if the opening of a flow control valve is larger than criteria opening, it will judge with plugging having occurred to the exhaust-gas-recirculation path.

[0021] In addition, predetermined criteria opening may be the opening detected beforehand, when an internal combustion engine is in predetermined operational status and plugging has not occurred to an exhaust-gas-recirculation path, or it may be a value determined based on the opening detected when an internal combustion engine was in predetermined operational status and plugging had not occurred to an exhaust-gas-recirculation path.

[0022] The value determined based on the opening detected when an internal combustion engine was in predetermined operational status and plugging had not occurred to an exhaust-gas-recirculation path You may be the average of two or more opening detected when an internal combustion engine was in predetermined operational status and plugging had not occurred to an exhaust-gas-recirculation path. Or you may be the value determined in consideration of the study value of the opening detected when an internal combustion engine was in predetermined operational status and plugging had not occurred to an exhaust-gas-recirculation path.

[0023] This is because it will be assumed that the opening of a flow control valve also differs if conditions, such as atmospheric temperature and an atmospheric pressure, differ even if it is the case where an internal combustion engine is in predetermined operational status, and plugging has not occurred to an exhaust-gas-recirculation path.

[0024] Moreover, you may make it a plugging judging means judge with plugging having occurred [ the opening of a flow control valve ] from criteria opening, to the exhaust-gas-recirculation path more than predetermined opening, when large. This is because it is possible that the opening of a flow control valve becomes larger than criteria opening although the case where the opening of a flow control valve changes with conditions is assumed and plugging has not occurred at an exhaust-gas-recirculation path in such a case.

[0025] Moreover, when the opening of a flow control valve when the exhaust-gas-recirculation path is equipped with a cooling means to cool the exhaust air which flows the inside of this exhaust-gas-recirculation path, in case a plugging judging means has an internal combustion engine in predetermined operational status is larger than predetermined criteria opening, you may make it judge with plugging having occurred for the cooling means in the plugging detection

equipment of the exhaust-gas-recirculation equipment concerning this invention.

[0026] This is because those components will liquefy and it will become easy to adhere to the wall surface within a cooling means, if components contained during exhaust air, such as soot and an unburnt fuel, are cooled in a cooling means, so a cooling means tends to start blinding as compared with an exhaust-gas-recirculation path since the cross section of the path formed in a cooling means is set up in many cases smaller than an exhaust-gas-recirculation path or.

[0027] In the plugging detection equipment of the exhaust-gas-recirculation equipment concerning this invention, the time of the condition which has the opening of the inhalation-of-air throttle valve prepared in an internal combustion engine's inhalation-of-air path in predetermined opening as an internal combustion engine's predetermined operational status, and has an internal combustion engine in the steady operation condition of a low load, especially an internal combustion engine being in idle operational status is desirable.

[0028] Next, the plugging detection equipment of the exhaust-gas-recirculation equipment concerning this invention The exhaust-gas-recirculation path which leads a part of exhaust air which flows an internal combustion engine's flueway to said internal combustion engine's inhalation-of-air path, A cooling means to cool the exhaust air which is formed in the middle of said exhaust-gas-recirculation path, and flows this exhaust-gas-recirculation path, When the cooling effectiveness computed by cooling effectiveness calculation means to compute the cooling effectiveness of said cooling means, and said cooling effectiveness calculation means falls from a predetermined reference value, it may be made to be characterized by equipping said cooling means with a plugging judging means to judge with plugging having occurred.

[0029] Although a cooling means performs heat exchange between a recirculating gas and a refrigerant, when plugging occurs in this cooling means, the effectiveness in a cooling means falls as compared with the case where plugging has not occurred for a cooling means. Furthermore, when plugging occurs in a cooling means, the pressure of the recirculating gas which circulates the inside of this cooling means as compared with the case where plugging has not occurred, for a cooling means tends to rise, and the temperature of a recirculating gas tends to rise according to it.

[0030] Therefore, when plugging occurs in a cooling means, as compared with the case where plugging has not occurred in this cooling means, cooling effectiveness can be referred to as falling. For this reason, when the actual cooling effectiveness of a cooling means is less than the predetermined reference value, it is possible to judge with plugging having occurred for the cooling means.

[0031] Here, a predetermined reference value may be a value which shows cooling effectiveness when plugging has not occurred for a cooling means, or may be a value determined based on cooling effectiveness when plugging has not occurred for a cooling means.

[0032] As the above-mentioned cooling means, the cooler of the water cooling type which performs heat exchange between predetermined cooling water and a recirculating gas can be illustrated. The cooling water for internal combustion engines is sufficient as predetermined cooling water, and it may be cooling water of the dedication for cooling only a recirculating gas.

[0033] When a water cooling type cooler is used as a cooling means, you may make it a cooling effectiveness calculation means compute the cooling effectiveness of a water cooling type cooler by making into a parameter temperature of the exhaust air (recirculating gas) which flows into a water cooling type cooler, temperature of the cooling water supplied to a water cooling type cooler, and temperature of the exhaust air (recirculating gas) which flows out of a water cooling type cooler.

[0034] The temperature of the recirculating gas which flows into a water cooling type cooler, and the temperature of the recirculating gas which reaches or flows out of a water cooling type cooler may be made to presume from the detection value of the sensor which direct detection could be [ sensor ] made to be carried out using the temperature sensor of dedication, or the internal combustion engine has beforehand etc. in that case.

[0035] Next, the plugging detection equipment of the exhaust-gas-recirculation equipment concerning this invention The exhaust-gas-recirculation path which opens an internal combustion engine's flueway and inhalation-of-air path for free passage, and the flow control



valve which adjusts the flow rate of the exhaust air which flows the inside of said exhaust-gas-recirculation path, The inhalation-of-air throttle valve which adjusts the flow rate of the inhalation of air which is prepared in an upstream part from the connection part of said exhaust-gas-recirculation path at said inhalation-of-air path, and flows the inside of said inhalation-of-air path, said internal combustion engine's operational status -- responding -- said flow control valve -- and -- or with the amount control means of exhaust gas recirculation which controls the opening of said inhalation-of-air throttle valve When the opening of said flow control valve in case said internal combustion engine is in predetermined operational status, or the opening of said inhalation-of-air throttle valve is larger than predetermined criteria opening, it may be made to be characterized by equipping said exhaust-gas-recirculation path with a plugging judging means to judge with plugging having occurred.

[0036] If this already has a flow control valve in a full open condition when it is necessary to make recycling capacity increase, it will assume adjusting the magnitude of the inlet-pipe negative pressure which adjusts the opening of an inhalation-of-air throttle valve, and acts on an exhaust-gas-recirculation path.

[0037]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the concrete embodiment of the plugging detection equipment of the exhaust-gas-recirculation equipment concerning this invention is explained based on a drawing.

[0038] <the gestalt 1 of operation> -- first -- the 1st operative condition of the plugging detection equipment of exhaust-gas-recirculation equipment -- it attaches like and explains based on drawing 1 - drawing 3 .

[0039] Drawing 1 is drawing showing the outline configuration of the internal combustion engine which applies the plugging detection equipment of the exhaust-gas-recirculation equipment concerning this invention, and its pumping system. The internal combustion engine 1 which shows drawing 1 is the 4-cylinder diesel power plant of the water cooling type which has four gas columns 2. The coolant temperature sensor 5 which outputs the electrical signal corresponding to the temperature of the fuel injection valve 3 which injects a direct fuel to the combustion chamber of each gas column 2, the crank position sensor 4 with which this internal combustion engine's 1 engine output-shaft slack crankshaft outputs a pulse signal whenever predetermined carries out include-angle (for example, 15 degrees) rotation, and the cooling water which flows the water jacket which this internal combustion engine 1 does not illustrate to this internal combustion engine 1 is attached.

[0040] The above mentioned fuel injection valve 3 is connected with the accumulator (common rail) 7 through the fuel pipe 6. Said common rail 7 is connected with the fuel tank 8 through the return pipe 11 while connecting through the fuel pump 9 and the fuel pipe 10 which were attached in the fuel tank 8.

[0041] When the fuel pressure in this common rail 7 is lower than the maximum pressure set up beforehand, the valve is closed and a flow with a common rail 7 and a return pipe 11 is intercepted, and when the fuel pressure in a common rail 7 turns into said more than maximum pressure, the pressure regulating valve 12 which opens and permits a flow with a common rail 7 and a return pipe 11. is formed in the connection part of the return pipe 11 in said common rail 7.

[0042] The fuel pressure sensor 13 which outputs the electrical signal according to the fuel pressure in this common rail 7 is attached in said common rail 7. Thus, by the constituted fuel system, a fuel pump 9 pumps up the fuel stored in the fuel tank 8, and feeds the pumped-up fuel to said common rail 7 through the fuel pipe 10. The fuel supplied to the common rail 7 from the fuel pump 9 is accumulated until the pressure of this fuel reaches the desired target pressure force. The fuel accumulated to the target pressure force in the common rail 7 minds the fuel pipe 6, and is distributed and supplied to the fuel injection valve 3 of each gas column 2. Each fuel injection valve 3 opens, when a drive current is impressed, and it injects the fuel of the target pressure force supplied from said common rail 7 to the combustion chamber of each gas column 2.

[0043] In addition, by the above mentioned fuel system, if the fuel pressure in a common rail 7

becomes high to more than a maximum pressure, a pressure regulating valve 10 will open. In this case, some fuels stored in the common rail 5 will be returned to a fuel tank 6 through a return pipe 9, consequently the fuel pressure in a common rail 5 is decompressed.

[0044] Next, the inhalation-of-air branch pipe 14 is connected with the internal combustion engine 1. Each branch pipe of said inhalation-of-air branch pipe 14 is open for free passage with the combustion chamber of each gas column 2 through the suction port which is not illustrated. Said inhalation-of-air branch pipe 14 is connected with an inlet pipe 15, and the inlet pipe 15 is connected with the air cleaner box 16.

[0045] In said inlet pipe 15, the air flow meter 17 which outputs the electrical signal corresponding to the mass of the inhalation of air which flows the inside of this inlet pipe 15, and the inhalation-of-air temperature sensor 18 which outputs the electrical signal corresponding to the temperature of the inhalation of air which flows the inside of this inlet pipe 15 are attached in the part of the direct lower stream of a river of said air cleaner box 16.

[0046] In said inlet pipe 15, compressor housing 19a of the centrifugal supercharger (turbocharger) 19 which operates considering the heat energy of the exhaust air discharged by the internal combustion engine 1 as a driving source is prepared in the down-stream part from said air flow meter 17.

[0047] In said inlet pipe 15, the intercooler 20 for cooling the new mind which was compressed within said compressor housing 19a, and became an elevated temperature is formed in the down-stream part from said compressor housing 19a. In addition, the air cooling intercooler which makes the heat which new mind has using the transit wind generated as an intercooler 20 at the time of transit of the car carrying an internal combustion engine 1 radiate heat, the water cooling type intercooler to which the temperature of new mind is reduced by performing heat exchange between the heat which new mind has, and predetermined cooling water can be illustrated.

[0048] In said inlet pipe 15, the inhalation-of-air throttle valve (throttle valve) 21 which adjusts the flow rate of the inhalation of air which flows the inside of this inlet pipe 15 is formed in the down-stream part from said intercooler 20. The actuator 22 for throttles which carries out the closing motion drive of this throttle valve 21, and the throttle position sensor 23 which outputs the electrical signal according to the opening of said throttle valve 21 are attached in this throttle valve 21.

[0049] In addition, as said actuator 22 for throttles, it consists of a stepper motor etc., for example, and the actuator of the electric type which carries out the closing motion drive of the throttle valve 21, the negative pressure-type actuator which carries out the closing motion drive of the throttle valve 21 by carrying out the variation rate of the diaphragm according to the magnitude of the negative pressure which builds in the diaphragm which is interlocked with a throttle valve 21 and displaces, and is impressed can be illustrated according to the magnitude of impression power.

[0050] Thus, by the constituted inhalation-of-air system, the new mind which flowed into the air cleaner box 16 flows into compressor housing 19a of a centrifugal supercharger 19 through an inlet pipe 15, after dust, dust, etc. in new mind are removed by the air cleaner which is not illustrated in this air cleaner box 16.

[0051] The inhalation of air which flowed into compressor housing 19a is compressed by the rotation of a compressor wheel by which interior was carried out to this compressor housing 19a. The new mind which was compressed within said compressor housing 19a, and became an elevated temperature is cooled by the intercooler 20.

[0052] If needed, the new mind cooled by the intercooler 20 has a flow rate adjusted, and is led to the inhalation-of-air branch pipe 14 by the throttle valve 21. The new mind led to the inhalation-of-air branch pipe 14 is distributed to the combustion chamber of each gas column 2 through each branch pipe of this inhalation-of-air branch pipe 14.

[0053] The new mind distributed to the combustion chamber of each gas column 2 burns considering the fuel injected from the fuel injection valve 3 as an ignition source. Next, the exhaust air branch pipe 24 is connected with the internal combustion engine 1. Each branch pipe of said exhaust air branch pipe 24 is open for free passage with the combustion chamber of each

gas column 2 through the exhaust air port which is not illustrated. Said exhaust air branch pipe 24 is connected to the exhaust pipe 25 through turbine housing 19b of a centrifugal supercharger 19. Said exhaust pipe 25 is connected with the muffler which do not illustrate by carrying out down-stream.

[0054] The part in which it is located in said exhaust air branch pipe 24 in the style of [ of said turbine housing 19b ] right above, and the part located in the direct lower stream of a river of said turbine housing 19b in said exhaust air 25 are connected by the bypass path 26 which bypasses said turbine housing 19b.

[0055] Waist gate valve 27b which consists of valve element 27a which opens and closes this bypass path 26, and actuator 27b which carries out the closing motion drive of the valve element 27a is attached in said bypass path 26.

[0056] It connects with the inlet pipe 15 located in the direct lower stream of a river of compressor housing 19a through the working pressure path 28, and said actuator 27b carries out the closing motion drive of said valve element 27a using the pressure of the pressure (pressure of the new mind which in other words was compressed in compressor housing 19a) of new mind of flowing the inside of the inlet pipe 15 of a compressor housing 19a direct lower stream of a river.

[0057] Actuator 27b holds valve element 27a in a clausilium location, when the pressure of under place constant pressure is impressed through the working pressure path 28 from an inlet pipe 15, and when the pressure more than place constant pressure is impressed through the working pressure path 28 from an inlet pipe 15, specifically, it carries out the valve-opening drive of the valve element 27a.

[0058] In said exhaust pipe 25, the 1st exhaust air purification catalyst 29, DPF (Diesel Particulate Filter)30, and the 2nd exhaust air purification catalyst 31 are formed in the down-stream part one by one from the upstream from the connection part of said bypass path 26.

[0059] The 1st and 2nd above mentioned exhaust air purification catalysts 29 and 31 are catalysts for purifying harmful gas components, such as a hydrocarbon (HC) contained during exhaust air, a carbon monoxide (CO), and nitrogen oxides (NOx).

[0060] As said 1st and 2nd exhaust air purification catalysts 29 and 31 For example, the hydrocarbon contained during this exhaust air when the air-fuel ratio of the exhaust air which flows into an exhaust air purification catalyst is near the theoretical air fuel ratio (HC), Occlusion of the nitrogen oxides (NOx) contained during this exhaust air when the air-fuel ratio of the three way component catalyst which purifies a carbon monoxide (CO) and nitrogen oxides (NOx), and inflow exhaust air is in a hyperoxia condition (Lean condition) is carried out. The occlusion reduction type NOx catalyst which returns emitting the nitrogen oxides (NOx) which were carrying out occlusion when the oxygen density of inflow exhaust air falls, The selection reduction type NOx catalyst which returns and purifies the nitrogen oxides (NOx) contained during this exhaust air when the reducing agent for the air-fuel ratio of inflow exhaust air being in a hyperoxia condition (Lean condition), and returning nitrogen oxides (NOx) exists, Or the catalyst constituted combining the above-mentioned catalyst suitably can be illustrated.

[0061] Above mentioned DPF30 is a filter which carries out uptake of the particulate matter (PM:Particulate Matter) contained during exhaust air, such as soot (black smoke) and an unburnt fuel component. This DPF30 arranges by turns the 2nd passage where the 1st passage where the porous matter was used as the base material, and the edge of the upstream was opened wide, and the edge of the downstream was blockaded, and the edge of the upstream were blockaded, and the edge of the downstream was opened wide in the shape of a honeycomb, and is constituted.

[0062] In such DPF30, the exhaust air which flowed into this DPF30 is first carried out to an inflow in the 1st passage. The exhaust air which flowed into the 1st passage flows into the 2nd passage through the hole of the septum which separates the 1st passage and the 2nd passage, and, subsequently is discharged from the open end of the 2nd passage lower stream of a river to the exhaust pipe 25 of DPF30 lower stream of a river. And in case exhaust air passes the hole of the septum which separates the 1st passage and the 2nd passage, physical adsorption of the PM contained during exhaust air will be carried out by said septum, with it will be removed out of

exhaust air.

[0063] The exhaust air temperature sensor 32 which outputs the electrical signal corresponding to the temperature of the exhaust air which flows the inside of this exhaust pipe 25 is attached in the part located between DPF30 and the 2nd exhaust air purification catalyst 31 in the above mentioned exhaust pipe 25.

[0064] Moreover, in the above mentioned exhaust pipe 25, the exhaust air throttle valve 33 which adjusts the flow rate of the exhaust air which flows the inside of said exhaust pipe 25, and the actuator 34 for an exhaust air diaphragm which carries out the closing motion drive of said exhaust air throttle valve 33 according to the magnitude of the power impressed or negative pressure are formed in the down-stream part from the 2nd exhaust air purification catalyst 31.

[0065] By operating in order to extract the exhaust air flow rate in said exhaust pipe 25, when an internal combustion engine's 1 is in warming-up operational status, and raising an internal combustion engine's 1 load, said exhaust air throttle valve 33 makes an internal combustion engine's 1 calorific value increase, with promotes warming up of an internal combustion engine 1 or pumping system components.

[0066] Thus, by the constituted exhaust air system, the burnt gas which burned in the combustion chamber of each gas column 2 of an internal combustion engine 1 is discharged through the exhaust air port of each gas column 2 to each branch pipe of the exhaust air branch pipe 24. The burnt gas (exhaust air) discharged to each branch pipe of the exhaust air branch pipe 24 flows in turbine housing 19b of a centrifugal supercharger 13.

[0067] If exhaust air flows in turbine-wheel 19b, the heat energy of exhaust air will be changed into the rotational energy of the turbine wheel supported free [ rotation in said turbine housing 19b ]. The rotational energy of a turbine wheel is transmitted to the compressor wheel of the above-mentioned compressor housing 19a, and a compressor wheel compresses new mind by the rotational energy transmitted from said turbine wheel.

[0068] In addition, if the pressure (pressure of the new mind in the inlet pipe 25 of compressor housing 19 lower stream of a river) of the new mind compressed within compressor housing 19a rises to more than place constant pressure, the pressure of the new mind will be impressed through the working pressure path 28 to actuator 27b, and actuator 27b will carry out the valve-opening drive of the waist gate valve 27a.

[0069] In this case, in order for a part of exhaust air which flows the exhaust air branch pipe 24 to flow to an exhaust pipe 25 through the bypass path 26, the flow rate of the exhaust air which flows into turbine housing 19b decreases, and in other words, the heat energy of the exhaust air which flows in turbine housing 19b, and the heat energy changed into the rotational energy of a turbine wheel in turbine housing 19b decrease. Consequently, the rotational energy transmitted to a compressor wheel from a turbine wheel will decrease, and the pressure of the new mind compressed in compressor housing 19a will not rise to more than place constant pressure.

[0070] The exhaust air discharged from said turbine housing 19b flows into the 1st exhaust air purification catalyst 29 through an exhaust pipe 25. With the 1st exhaust air purification catalyst 29, harmful gas components, such as a hydrocarbon (HC) contained during exhaust air, a carbon monoxide (CO), and nitrogen oxides (NOx), are purified.

[0071] The exhaust air which passed said 1st exhaust air purification catalyst 29 flows into DPF30 continuously, and PM contained by this DPF30 during exhaust air is removed. The exhaust air which flowed out of DPF30 flows into the 2nd exhaust air purification catalyst 31.

[0072] With the 2nd exhaust air purification catalyst 31, harmful gas components, i.e., the harmful gas component which had not been purified in the 1st above mentioned exhaust air purification catalyst 29, such as a hydrocarbon (HC) which remains during exhaust air, a carbon monoxide (CO), or nitrogen oxides (NOx), will be purified. The exhaust air which passed the 2nd exhaust air purification catalyst 31 is discharged in atmospheric air through an exhaust pipe 25 and a muffler.

[0073] On the other hand, the exhaust-gas-recirculation path (EGR path) 100 is connected to the above mentioned exhaust air branch pipe 24, and said EGR path 100 is connected to said inhalation-of-air branch pipe 14. The EGR valve 101 which opens and closes the opening edge of said EGR path 100 in said inhalation-of-air branch pipe 14 is formed in the connection part of

said EGR path 100 and said inhalation-of-air branch pipe 14. It consists of solenoid valves etc. and said EGR valve 101 can change opening according to the magnitude of impression power. This EGR valve 101 realizes the flow control valve concerning this invention.

[0074] The EGR opening sensor 102 which outputs the electrical signal corresponding to the opening of this EGR valve 101 is attached in said EGR valve 101. The sensor of the photo interrupter method equipped with the potentiometer equipped with the metal contact which is interlocked with the switching action of the EGR valve 101, and slides on a resistor top as this EGR opening sensor 102, for example, and the slot disk which is interlocked with the switching action of the EGR valve 101, and rotates and the photo interrupter which consists of LED and the photo transistor which have been arranged so that it may counter through a slot disk etc. can be illustrated.

[0075] EGR cooler 103 for cooling the exhaust air (EGR gas being called hereafter) which flows the inside of this EGR path 100 in the middle of said EGR path 100 is formed. Said EGR cooler 103 realizes the cooling means concerning this invention.

[0076] The piping 104 and 105 of two is connected to said EGR cooler 103, and the piping 104 and 105 of these two is connected with the radiator 106 for radiating heat in atmospheric air in the heat which an internal combustion engine's 1 cooling water has at it.

[0077] One piping 104 of the above mentioned piping 104 and 105 of two is piping for leading some cooling water cooled in said radiator 106 to said EGR cooler 103, and another piping 105 is piping for leading cooling water after circulating through the inside of said EGR cooler 103 to said radiator 106. In addition, below, said piping 104 shall be called the cooling water installation tubing 104, and said piping 105 shall be called the cooling water delivery tube 105.

[0078] In the middle of said cooling water delivery tube 105, the closing motion valve 107 which opens and closes the passage in this cooling water delivery tube 105 is formed. the electromagnetism which this closing motion valve 107 opens when drive power is impressed -- it consists of drive valves etc.

[0079] Thus, by the constituted exhaust-gas-recirculation device (EGR device), if the EGR valve 101 is opened, the EGR path 100 will be in switch-on, and a part of exhaust air which flows the inside of the exhaust air branch pipe 24 is led to the inhalation-of-air branch pipe 14 through said EGR path 100.

[0080] When the closing motion valve 107 is in a valve-opening condition in that case, the circulation path which ties a radiator 106, the cooling water installation tubing 104, EGR cooler 103, and the cooling water delivery tube 105 will be in switch-on, and the cooling water cooled with the radiator 106 will circulate through EGR cooler 103. Consequently, in EGR cooler 103, heat exchange will be performed between the EGR gas which flows the inside of the EGR path 100, and the cooling water which circulates through the inside of EGR cooler 103, and EGR gas will be cooled.

[0081] It is led to the combustion chamber of each gas column 2, the EGR gas which flowed back from the exhaust air branch pipe 24 to the inhalation-of-air branch pipe 14 through the EGR path 100 being mixed with new mind of having flowed from the upstream of the inhalation-of-air branch pipe 14, and burns considering the fuel injected from said fuel injection valve 3 as an ignition source.

[0082] Here, the inert gas component which oneself does not burn and has endoergic nature like water (H<sub>2</sub>O) or a carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) is contained in EGR gas. for this reason, EGR gas -- gaseous mixture -- if contained in inside, the combustion temperature of gaseous mixture can lower, with the yield of nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>) will be controlled.

[0083] Furthermore, while it is lost that the ambient temperature of this combustion chamber rises unnecessarily when EGR gas is supplied to a combustion chamber since the volume of EGR gas is reduced while the temperature of EGR gas itself falls when EGR gas is cooled in EGR cooler 103, the amount (volume of new mind) of the new mind supplied to a combustion chamber does not decrease unnecessarily.

[0084] The electronic control unit (ECU:Electronic Control Unit) 35 for controlling this internal combustion engine 1 is put side by side in the internal combustion engine 1 constituted as described above. This ECU35 is a unit which controls an internal combustion engine's 1

operational status according to an internal combustion engine's 1 service condition, or a demand of an operator.

[0085] The accelerator opening sensor 36 which outputs the electrical signal corresponding to the control input (accelerator opening) of the accelerator pedal which is not illustrated to ECU35 in addition to the crank position sensor 4, a coolant temperature sensor 5, the 13 air flow meter fuel pressure sensor 17, the inhalation-of-air temperature sensor 18, a throttle position sensor 23, the exhaust air temperature sensor 32, and the various sensors of EGR opening sensor 102 grade is connected through electric wiring, and the output signal of the various above-mentioned sensors is inputted into ECU35.

[0086] On the other hand, it enables ECU35 to control each part which connected through electric wiring and a fuel injection valve 3, a fuel pump 9, the actuator 22 for throttles, the actuator 34 for an exhaust air diaphragm, the EGR valve 101, and the closing motion valve 107 grade described above at ECU35.

[0087] Here, ECU35 is equipped with A/D converter (A/D) 47 connected to said input port 45 while it is equipped with CPU41, ROM42 and RAM43, the backup RAM 44 and input port 45 that were mutually connected by the bidirectional bus 40, and an output port 46, as shown in drawing 2.

[0088] Said input port 45 inputs the output signal of the sensor which outputs the signal of a digital signal format like the crank position sensor 4, and transmits those output signals to CPU41 or RAM43.

[0089] Said input port 45 is inputted through A/D47 of the sensor which outputs the signal of an analog signal format like a coolant temperature sensor 5, the 13 air flow meter fuel pressure sensor 17, the inhalation-of-air temperature sensor 18, a throttle position sensor 23, the exhaust air temperature sensor 32, the accelerator opening sensor 36, and EGR opening sensor 102 grade, and transmits those output signals to CPU41 or RAM43.

[0090] It connects with a fuel injection valve 3, a fuel pump 9, the actuator 22 for throttles, the actuator 34 for an exhaust air diaphragm, the EGR valve 101, and closing motion valve 107 grade through electric wiring, and said output port 46 transmits the control signal outputted from CPU41 to the above mentioned fuel injection valve 3, a fuel pump 9, the actuator 22 for throttles, the actuator 34 for an exhaust air diaphragm, the EGR valve 101, or the closing motion valve 107.

[0091] A fuel injection valve control routine for said ROM42 to control a fuel injection valve 3, The throttle control routine for controlling the fuel pump control routine for controlling a fuel pump 9, and a throttle valve 21, The EGR control routine for controlling the exhaust air diaphragm control routine for controlling the exhaust air throttle valve 33, and the EGR valve 101, In addition to various application programs, such as an EGR cooling control routine for controlling the closing motion valve 107, the EGR plugging judging control routine for detecting plugging of EGR cooler 103 is memorized.

[0092] In addition to the above-mentioned application program, said ROM42 has memorized various kinds of control maps. Said control map For example, the fuel-oil-consumption control map in which the relation between an internal combustion engine's 1 operational status and basic fuel oil consumption (basic fuel injection duration) is shown, The fuel-injection-timing control map in which the relation between an internal combustion engine's 1 operational status and basic fuel injection timing is shown, The common-rail-pressure control map in which the relation between an internal combustion engine's 1 operational status and the target preasure force in a common rail 7 is shown, The fuel discharge-pressure control map in which the relation between the target preasure force in a common rail 7 and the discharge pressure (drive current value of a fuel pump 9) of a fuel pump 9 is shown, The throttle opening control map in which the relation between an internal combustion engine's 1 operational status and the opening of a throttle valve 22 is shown, The exhaust air diaphragm opening control map in which the relation between an internal combustion engine's 1 operational status and the opening of the exhaust air throttle valve 33 is shown, They are a control map, the cooler actuation stage control map in which the relation between an internal combustion engine's 1 operational status and the actuation stage (if it puts in another way valve-opening stage of the closing motion valve 107) of EGR cooler 103 is

shown whenever [ EGR valve-opening / which shows the relation between an internal combustion engine's 1 operational status, and the opening of the EGR valve 101 ].

[0093] Said RAM43 stores the output signal from each sensor, the result of an operation of CPU41, etc. Said result of an operation is an engine rotational frequency by which the crank position sensor 26 is computed based on time spacing which outputs a pulse signal. These data are rewritten by the newest data whenever the crank position sensor 26 outputs a pulse signal.

[0094] Said backup RAM 44 is the memory of the non-volatile after an internal combustion engine's 1 shutdown can remember data to be. Said CPU41 performs EGR plugging judging control used as the summary of this invention while it operates according to the application program memorized by said ROM42 and performs fuel injection valve control, fuel pump control, throttle control, exhaust air throttling control, EGR control, and EGR cooling control.

[0095] For example, in fuel injection valve control, CPU41 determines first the fuel quantity injected from a fuel injection valve 3, and determines the stage to inject a fuel from a fuel injection valve 3 subsequently. When determining fuel oil consumption, CPU41 reads the engine rotational frequency memorized by RAM43 and the output signal (accelerator opening) of the accelerator opening sensor 36. CPU41 is accessed to a fuel-oil-consumption control map, and computes said engine rotational frequency and the basic fuel fuel oil consumption (basic fuel injection duration) corresponding to said accelerator opening. CPU41 amends said basic fuel injection duration based on the output signal value of a coolant temperature sensor 5, the output signal value of an air flow meter 17, or the output signal value of the inhalation-of-air temperature sensor 18, and determines final fuel injection duration.

[0096] When determining fuel injection timing, CPU41 is accessed to a fuel-injection initiation stage control map, and computes the basic fuel injection timing corresponding to said engine rotational frequency and said accelerator opening. CPU41 amends said basic fuel injection timing by making the output signal value of a coolant temperature sensor 5, the output signal value of an air flow meter 17, or the output signal value of the inhalation-of-air temperature sensor 18 into a parameter, and determines final fuel injection timing.

[0097] If fuel injection duration and fuel injection timing are determined, CPU41 compares said fuel injection timing and output signal of the crank position sensor 4, and when the output signal of said crank position sensor 4 is in agreement with said fuel-injection initiation stage, it will start the impression of drive power to a fuel injection valve 3. CPU41 stops the impression of drive power to a fuel injection valve 3, when the elapsed time from the time of starting the impression of drive power to a fuel injection valve 3 reaches said fuel injection duration.

[0098] When an internal combustion engine's 1 operational status is in idle operational status in fuel-injection control, CPU41 computes an internal combustion engine's 1 target idle rpm by making into a parameter the output signal value of a coolant temperature sensor 5, the operating state of the auxiliary machinery which operate like the compressor of the air conditioner for the vehicle interior of a room using the turning effort of a crankshaft, etc. And CPU41 carries out feedback control of the fuel oil consumption so that actual idle rpm may be in agreement with target idle rpm.

[0099] Next, in fuel pump control, CPU41 reads the engine rotational frequency and accelerator opening which are memorized by RAM43. Common-rail-pressure control map hair KUSESU of CPU41 is carried out, and it computes the target preassure force corresponding to said engine rotational frequency and said accelerator opening. Then, CPU41 is accessed to a fuel discharge-pressure control map, the discharge pressure (drive current of a fuel pump 9) of the fuel pump 9 corresponding to said target preassure force is computed, and the computed drive current is impressed to said fuel pump 9.

[0100] CPU41 carries out feedback control of the drive current value which should be impressed to said fuel pump 9 based on the difference of the output signal value (actual fuel pressure in a common rail 7) of the fuel pressure sensor 13 attached in the common rail 7, and said target preassure force in that case.

[0101] Moreover, in throttle control, CPU41 reads the engine rotational frequency and accelerator opening which are memorized by RAM43. CPU41 accesses a throttle opening control routine, and computes the target throttle opening corresponding to said engine rotational

frequency and said accelerator opening. CPU41 impresses the drive power corresponding to said throttle opening to the actuator 22 for throttles. Furthermore, CPU41 carries out feedback control of said actuator 22 for throttles based on the difference of the output signal value (actual throttle opening) of a throttle position sensor 23, and said target throttle opening.

[0102] CPU41 controls the actuator 34 for an exhaust air diaphragm by exhaust air throttling control that the exhaust air throttle valve 33 should be driven in the direction of clausilium, when an internal combustion engine 1 is in the warming-up operational status after starting between the colds, or when the heater for the vehicle interior of a room is in an operating state. In this case, an internal combustion engine's 1 load increases and the quantity of fuel oil consumption is increased corresponding to it -- things -- \*\* Consequently, while an internal combustion engine's 1 calorific value increases and an internal combustion engine's 1 warming up is promoted, the heat source of the heater for the vehicle interior of a room is secured.

[0103] In EGR control, CPU41 reads the engine rotational frequency memorized by RAM43, the output signal (circulating water temperature) of a coolant temperature sensor 5, the output signal (accelerator opening) of the accelerator opening sensor 36, etc., and distinguishes whether the execution condition of EGR control is satisfied.

[0104] as the above-mentioned EGR control execution condition, the variation of the accelerator opening by which the internal combustion engine 1 is continuously operated beyond predetermined time from the time of starting which has a circulating water temperature beyond predetermined temperature is a positive value -- etc. -- conditions can be illustrated.

[0105] When it judges with an EGR control execution condition which was described above being satisfied, CPU41 is accessed to a control map whenever [ EGR valve-opening ] based on an engine rotational frequency and accelerator opening, and computes the opening of the EGR valve 101 corresponding to said engine rotational frequency and said accelerator opening.

[0106] When it judges with on the other hand an EGR control execution condition which was described above not being satisfied, CPU41 is controlled that the EGR valve 101 should be held in the close-by-pass-bulb-completely condition. Furthermore, in EGR control, CPU41 performs the so-called EGR valve feedback control which carries out feedback control of the opening of the EGR valve 101 by making an internal combustion engine's 1 inhalation air content into a parameter.

[0107] In EGR valve feedback control, CPU41 determines an internal combustion engine's 1 target intake air flow by making accelerator opening, an engine rotational frequency, etc. into a parameter, for example. In that case, relation between accelerator opening, an engine rotational frequency, and target intake air flow is map-ized beforehand, and target intake air flow may be made to be computed from the map, accelerator opening, and engine rotational frequency.

[0108] If target intake air flow is determined by the above-mentioned procedure, CPU41 reads the output signal value (actual inhalation air content) of the air flow meter 17 memorized by RAM43, and measures an actual inhalation air content and target intake air flow.

[0109] When there are few above mentioned actual inhalation air contents than said target intake air flow, CPU41 carries out specified quantity clausilium of the EGR valve 101. In this case, the amount of EGR gas which flows into the inhalation-of-air branch pipe 14 from the EGR path 100 will decrease, and the amount of EGR gas inhaled in an internal combustion engine's 1 gas column 2 according to it will decrease. Consequently, only the part to which EGR gas decreased increases the amount of the new mind inhaled in an internal combustion engine's 1 gas column 2.

[0110] On the other hand, when there are more actual inhalation air contents than target intake air flow, as for CPU41, specified quantity valve opening of the EGR valve 101 is carried out. In this case, the amount of EGR gas which flows into the inhalation-of-air branch pipe 14 increases from the EGR path 100, and the amount of EGR gas inhaled in an internal combustion engine's 1 gas column 2 according to it increases. Consequently, only the part from which EGR gas increased the amount of the new mind inhaled in an internal combustion engine's 1 gas column 2 will decrease.

[0111] If the EGR valve 101 is already in a full open condition when it is necessary to make the amount of EGR gas increase, CPU41 will control the actuator 22 for throttles so that it may



carry out predetermined opening of the throttle valve 21. In this case, since the negative pressure degree of the inhalation-of-air negative pressure in the inhalation-of-air branch pipe 14 located downstream from a throttle valve 21 becomes large, the amount of EGR gas inhaled to the inhalation-of-air branch pipe 14 will increase from the EGR path 100.

[0112] In addition, the above mentioned specified quantity may be a fixed value determined beforehand, or may be an adjustable value changed according to the deflection of an actual inhalation air content and target intake air flow.

[0113] Next, EGR gas cooling control is control performed when a running state has EGR control. In this EGR gas cooling control, CPU41 cools the EGR gas which EGR cooler 103 is made to circulate through some cooling water which was made to open the closing motion valve 107 and was cooled with the radiator 106, with flows the EGR path 100, when EGR gas cooling conditions are satisfied.

[0114] As the above-mentioned EGR gas cooling conditions, the conditions [ that accelerator opening is more than predetermined opening / that the output signal value (exhaust-gas temperature) of the exhaust air temperature sensor 32 is beyond predetermined temperature ] of \*\* that the output signal value (circulating water temperature) of a coolant temperature sensor 5 is beyond predetermined temperature, that an engine rotational frequency is more than a predetermined rotational frequency can be illustrated.

[0115] Next, the EGR plugging judging control used as the summary of this invention is described. The EGR plugging judging control concerning the gestalt of this operation is control for judging whether plugging has occurred in EGR cooler 103, and when an internal combustion engine's 1 operational status is in an EGR control execution area and EGR valve feedback control is in a running state, it is performed.

[0116] In the EGR plugging judging control concerning the gestalt of this operation, CPU41 distinguishes whether plugging has occurred in EGR cooler 103 by measuring the opening (whenever [ criteria EGR valve-opening ] being called hereafter) of the EGR valve 101 when plugging has not occurred, and the opening (whenever [ for a judgment / EGR valve-opening ] being called hereafter) of the EGR valve 101 at the time of activation of EGR plugging judging control with EGR cooler 103.

[0117] Here, when plugging has occurred in EGR cooler 103, in order that the amount of EGR gas which flows into the inhalation-of-air branch pipe 14 from the EGR path 100 may decrease, the amount of the new mind inhaled by the internal combustion engine 1 will increase instead of the amount of EGR gas inhaled by the internal combustion engine 1 decreasing.

[0118] That is, when plugging has occurred in EGR cooler 103, the output signal value (actual inhalation air content) of an air flow meter 17 will exceed target intake air flow. Thus, if an actual inhalation air content exceeds target intake air flow, it will be amended in the valve-opening direction so that the opening of the EGR valve 101 may decrease an actual inhalation air content to target intake air flow by EGR valve feedback control.

[0119] Therefore, if whenever [ for a judgment / EGR valve-opening ] is larger than whenever [ criteria EGR valve-opening ], it can be told to EGR cooler 103 that plugging has occurred. By the way, if an internal combustion engine's 1 operational status changes, since the opening of the EGR valve 101 will also be changed according to it, the operational status of the internal combustion engine 1 at the time of detecting whenever [ for a judgment / EGR valve-opening ] needs to be the same as the operational status at the time of detecting whenever [ criteria EGR valve-opening ] (criteria operational status is called hereafter).

[0120] Then, CPU41 detected whenever [ for a judgment / EGR valve-opening ], when an internal combustion engine's 1 operational status was in the same operational status as criteria operational status. As for the above mentioned criteria operational status, it is desirable that it is in the steady operation condition of a low load, and it is especially desirable that it is the idle operational status after the completion of a warm-up. When an internal combustion engine 1 is in heavy load operational status, this Since the pressure of the exhaust air [ there are many flow rates of the exhaust air discharged by the internal combustion engine 1, and ] in the exhaust air branch pipe 24 tends to become high, Even if plugging has occurred in EGR cooler 103, the amount of EGR gas which flows into the inhalation-of-air branch pipe 14 from the EGR path 100

cannot decrease easily. In EGR valve feedback control, the opening of the EGR valve 101 is not amended in the valve-opening direction, or it is because it is assumed that the amount of amendments to the valve-opening direction becomes very small.

[0121] Moreover, even if it is the case where an internal combustion engine 1 is in the same operational status as criteria operational status Under the effect of change of the initial tolerance of an air flow meter 17, the EGR valve 101, and EGR opening sensor 102 grade, and the environments (outside air temperature, atmospheric pressure, etc.) where the car carrying an internal combustion engine 1 is placed etc. Since it was also assumed that the opening of the EGR valve 101 becomes larger than criteria opening, it was made for whenever [ actual EGR valve-opening ] to judge with plugging having occurred in EGR cooler 103 more than predetermined opening, from criteria opening, with the gestalt of this operation, when large.

[0122] Hereafter, the EGR plugging judging control concerning the gestalt of this operation is explained concretely. In performing EGR plugging judging control, CPU41 performs an EGR plugging judging control routine as shown in drawing 3 . This EGR plugging judging control routine is a routine repeatedly performed for every (for example, whenever [ to which the crank position sensor 4 outputs a pulse signal ]) predetermined time under the situation that EGR valve feedback control is performed.

[0123] In an EGR plugging judging control routine, CPU41 is accessed to the abnormality flag storage region in EGR first set as RAM43 in S301, and distinguishes whether "0" is memorized in said abnormality flag storage region in EGR.

[0124] The above mentioned abnormality flag storage region in EGR is a field where "1" is memorized when plugging has occurred in EGR cooler 103, and "0" is memorized when plugging has not occurred in EGR cooler 103.

[0125] When it judges with "1" being memorized in said S301 in the abnormality flag storage region in EGR, CPU41 once ends activation of this routine. On the other hand, when it judges with "0" being memorized in said S301 in the abnormality flag storage region in EGR, CPU41 progresses to S302 and reads various data, such as drive power currently impressed to an engine rotational frequency, the output signal value (accelerator opening) of the accelerator opening sensor 35, fuel oil consumption, the output signal value (circulating water temperature) of a coolant temperature sensor 5, the output signal value (throttle opening) of a throttle position sensor 23, and the actuator 34 for an exhaust air diaphragm, from RAM43.

[0126] In S303, CPU41 distinguishes whether based on the various data read by said S302, an internal combustion engine's 1 operational status is in the same operational status as criteria operational status.

[0127] As the engine rotational frequency in criteria operational status in that case [ with the engine rotational frequency same / CPU41 ] The fuel oil consumption as the accelerator opening in criteria operational status with the same accelerator opening as the fuel oil consumption in criteria operational status [ same ] As the throttle opening in criteria operational status [ with the same, same throttle opening as a circulating water temperature / in / in a circulating water temperature / criteria operational status ] As the drive power with which the drive power currently impressed to the actuator 34 for an exhaust air diaphragm was impressed to the actuator 34 for an exhaust air diaphragm in criteria operational status [ same ] You may make it an internal combustion engine's 1 operational status distinguish whether it is in the same operational status as criteria operational status by distinguishing whether conditions, like a non-running state has the regeneration of DPF30 which plugging has not generated in DPF30 are satisfied.

[0128] Furthermore, you may make it distinguish whether in addition to the above-mentioned conditions, CPU41 also takes into consideration the operating state of auxiliary machinery, such as a compressor for air conditioners, and a pump for power steering, and an internal combustion engine's 1 operational status is in the same operational status as criteria operational status.

[0129] When [ said ] it judges with it setting S303 and there being no operational status of an internal combustion engine 1 in the same operational status as criteria operational status, CPU41 once ends activation of this routine. the case where it judges with an internal combustion engine's 1 operational status being in the same operational status as criteria operational status

in said S303 on the other hand -- CPU41 -- S304 -- progressing -- the output signal value (whenever [ for a judgment / EGR valve-opening ]) input of the EGR opening sensor 102 -- it carries out.

[0130] In S305, CPU41 is accessed to ROM42 and reads whenever [ criteria EGR valve-opening ]. In S306, CPU41 measures whenever [ for a judgment / EGR valve-opening / which was inputted in said S304 ], and, whenever [ criteria EGR valve-opening / which was read in said S305 ], and distinguishes whether whenever [ for a judgment / said EGR valve-opening ] is larger than whenever [ said criteria EGR valve-opening ] more than predetermined opening.

[0131] When whenever [ for a judgment / said EGR valve-opening ] judges with it being large more than predetermined opening from whenever [ said criteria EGR valve-opening ] in said S306, after CPU41 considers that plugging has occurred to EGR cooler 103 and writes "1" in it in S307 in the abnormality flag storage region in EGR of RAM43, it ends activation of this routine.

[0132] On the other hand, when whenever [ for a judgment / said EGR valve-opening ] judges with it not being large more than predetermined opening from whenever [ said criteria EGR valve-opening ] in said S306, after CPU41 considers that plugging has not occurred to EGR cooler 103 and writes "0" in it in S308 in the abnormality flag storage region in EGR of RAM43, it ends activation of this routine.

[0133] Thus, when CPU41 performs an EGR plugging judging control routine, the plugging judging means concerning this invention is realized. Therefore, according to the plugging detection equipment of the exhaust-gas-recirculation equipment concerning the gestalt of this operation, in the exhaust-gas-recirculation equipment to which recycling of a part of exhaust air which flows an internal combustion engine's exhaust air system is carried out to an inhalation-of-air system, it becomes possible to detect plugging of the EGR gas passage in this exhaust-gas-recirculation equipment with a sufficient precision.

[0134] In addition, when exhaust-gas-recirculation equipment is not equipped with the EGR opening sensor 102, the drive power impressed from CPU41 to the EGR valve 101 and the drive power corresponding to criteria opening are measured, and you may make it judge plugging of EGR cooler 103, although the gestalt of this operation described the example which measures the output signal value and criteria opening of the EGR opening sensor 102, and judges plugging of EGR cooler 103.

[0135] The <gestalt 2 of operation>, next the 2nd embodiment of the plugging judging equipment of the exhaust-gas-recirculation equipment concerning this invention are explained based on drawing 4 . Here, a different configuration from the gestalt of the 1st operation of the above-mentioned is explained, and the explanation is omitted about the same explanation.

[0136] Although the gestalt of the 1st operation of the above-mentioned described the example which judges plugging of EGR cooler 103 by measuring whenever [ for a judgment / EGR valve-opening ], and, whenever [ criteria EGR valve-opening ] Whenever [ EGR valve-opening / which was obtained by the learning control performed when an internal combustion engine 1 was in criteria operational status and plugging had not occurred in EGR cooler 103 instead of the above-mentioned criteria opening with the gestalt of this operation ], and, whenever [ for a judgment / EGR valve-opening ] are used. The example which judges plugging of EGR cooler 103 is described.

[0137] In this case, CPU41 is a time of being exchanged for components with the new component part of exhaust-gas-recirculation equipment when plugging has not occurred in EGR cooler 103 (for example, when the car carrying exhaust-gas-recirculation equipment is in a new car condition), and when EGR valve feedback control is performed, it will perform a learning-control routine whenever [ EGR valve-opening / as shown in drawing 4 ]. A learning-control routine is a routine beforehand memorized to the predetermined field of ROM42 whenever [ this EGR valve-opening ].

[0138] By the learning-control routine, whenever [ EGR valve-opening ] CPU41 In S401 First, the engine rotational frequency from RAM43, the output signal value of an air flow meter 17 (actual inhalation air content), The target intake air flow, the output signal value of the accelerator opening sensor 35 (accelerator opening) concerning EGR valve feedback control,

Various kinds of data which read various data, such as drive power currently impressed to fuel oil consumption, the output-signal value (circulating water temperature) of a coolant temperature sensor 5, the output-signal value (throttle opening) of a throttle position sensor 23, and the actuator 34 for an exhaust air diaphragm, are read.

[0139] In S402, CPU41 distinguishes whether an internal combustion engine 1 is in criteria operational status by making into a parameter the data read in said S401. When it judges with there being no internal combustion engine 1 in criteria operational status in said S402, CPU41 performs again processing after S401 mentioned above.

[0140] On the other hand, when it judges with an internal combustion engine 1 being in criteria operational status in said S402, CPU41 progresses to S403, measures the actual inhalation air content and the target intake air flow which were read in said S401, and distinguishes whether it is being completed as target intake air flow by the actual inhalation air content.

[0141] When it judges with not being completed as target intake air flow by the actual inhalation air content in said S403, CPU41 performs again processing after S401 mentioned above. When it judges with being completed as target intake air flow by the actual inhalation air content in said S403, CPU41 progresses to S404 and performs study processing whenever [ EGR valve-opening ]. The difference of the opening of the EGR valve 101 determined whenever [ EGR valve-opening ] from a control map and an internal combustion engine's 1 operational status (in this case, criteria operational status) and the output signal value (whenever [ actual EGR valve-opening ]) of the EGR opening sensor 102 is specifically computed, and it memorizes to the predetermined field of RAM43 by making computed difference into a study value.

[0142] In S405, CPU41 increments one batch of counter values of count counter of study:C which carries out counting of the count of activation of study processing whenever [ EGR valve-opening ]. The above mentioned count counter of study may be the register built in CPU41, or may be a storage region for being set as the predetermined field of RAM43 and memorizing the count of activation of study processing.

[0143] In S406, CPU41 distinguishes whether the counter value of count counter of study:C updated in said S405 is more than a count of predetermined (for example, N time).

[0144] When it judges with the counter value of said count counter of study:C being under count of predetermined:N in said S406, CPU41 performs again processing after S401 mentioned above.

[0145] When it judges with the counter value of said count counter of study:C being more than count of predetermined:N in said S406, CPU41 progresses to S407, reads the study value of N individual memorized by RAM43, and computes the average of the study value of these N individual.

[0146] CPU41 amends whenever [ criteria EGR valve-opening / which is called for beforehand ] by said average, and the predetermined field of RAM43 is made to memorize it in S408 by considering whenever [ after amendment / criteria EGR valve-opening ] as whenever [ new criteria EGR valve-opening ].

[0147] CPU41 will end activation of this routine, if it finishes performing said processing of S408. Whenever [ such EGR valve-opening ], according to the learning-control routine, since it becomes a value in consideration of the initial tolerance of an air flow meter 17, the EGR valve 101, and EGR opening sensor 102 grade, the fall of the judgment precision by an internal combustion engine's 1 individual difference is prevented, and whenever [ criteria EGR valve-opening / which is used for EGR plugging judging control ] becomes possible [ performing EGR plugging judging control with a more high precision ].

[0148] The <gestalt 3 of operation>, next the 3rd embodiment of the plugging detection equipment of the exhaust-gas-recirculation equipment concerning this invention are explained based on drawing 5. Here, a different configuration from the gestalt of the 1st operation of the above-mentioned is explained, and the explanation is omitted about the same configuration.

[0149] Although the gestalt of the 1st operation of the above-mentioned described the example which judges plugging of EGR cooler 103 by making opening of the EGR valve 101 into a parameter, the gestalt of this operation describes the example which judges plugging of EGR cooler 103 by making cooling effectiveness of EGR cooler 103 into a parameter.

[0150] Here, when plugging occurs in EGR cooler 103, the heat exchange effectiveness of this

EGR cooler 103 will fall, and the cooling effectiveness of EGR cooler 103 will fall according to it. [0151] Therefore, the cooling effectiveness of EGR cooler 103 in case an internal combustion engine 1 is in criteria operational status is a time of an internal combustion engine 1 being in criteria operational status, and when it falls from the cooling effectiveness when not being when plugging has not occurred in EGR cooler 103, it can judge with plugging having occurred in EGR cooler 103.

[0152] A meaning can be asked for the cooling effectiveness of EGR cooler 103 by making into a parameter the temperature (cooler close gas temperature being called hereafter) of the EGR gas which flows into EGR cooler 103, the temperature (cooler appearance gas temperature being called hereafter) of the EGR gas which flows out of EGR cooler 103, and the circulating water temperature that flows into EGR cooler 103.

[0153] Specifically, the cooling effectiveness of EGR cooler 103 is EGR cooler cooling effectiveness  $= (T_{in} - T_{out}) / (T_{in} - T_{HW})$ , when EGR gas temperature which flows out of  $T_{in}$  and EGR cooler 103 the EGR gas temperature which flows into EGR cooler 103 is set to  $T_{out}$  and a circulating water temperature is set to  $T_{HW}$ .

It can express with the formula to say.

[0154] Cooler close gas temperature : as an approach of calculating  $T_{in}$  (1) How to attach a temperature sensor in the part in which it is located in the style of [ of EGR cooler 103 ] right above at the EGR path 100, and carry out direct detection of the cooler close gas-temperature:  $T_{in}$ , (2) How to presume cooler close gas-temperature:  $T_{in}$  from turbine housing 19b by making into a parameter a down-stream exhaust-gas temperature and heat energy consumed in turbine housing 19b, (3) The approach of presuming the approach of presuming cooler close gas-temperature:  $T_{in}$  by making an internal combustion engine's 1 inhalation air content, circulating water temperature, fuel oil consumption, and cycle efficiency into a parameter etc. can be illustrated.

[0155] Cooler appearance gas temperature : as an approach of calculating  $T_{out}$  (4) How to attach a temperature sensor in the part located in the direct lower stream of a river of EGR cooler 103 at the EGR path 100, and carry out direct detection of the cooler appearance gas-temperature:  $T_{out}$ , (5) How to compute cooler appearance gas-temperature:  $T_{out}$  by making an EGR rate, the intake-air temperature in intercooler 20 lower stream of a river, and the intake-air temperature in the inhalation-of-air branch pipe 14 of EGR valve 101 lower stream of a river into a parameter, (6) -- assumption value [ of the MAP and inlet-pipe base charging efficiency in the inhalation-of-air branch pipe 14, and the intake-air temperature in the inhalation-of-air branch pipe 14 of EGR101 lower stream of a river ];, while asking for a temporary cooler appearance gas temperature from  $T$  and the intake-air temperature of intercooler 20 lower stream of a river It can ask for intake-air-temperature:  $T'$  in the inhalation-of-air branch pipe 14 of EGR101 lower stream of a river using a temporary cooler appearance gas temperature, and true cooler appearance gas-temperature:  $T_{out}$  can be illustrated for the calculation approach etc. by performing a convergence operation so that said  $T'$  may be in agreement with said  $T$ .

[0156] With the gestalt of this operation, the approach of (2) mentioned above as an approach of calculating cooler close gas-temperature:  $T_{in}$  is mentioned as an example, and the approach of (5) mentioned above as an approach of calculating cooler appearance gas-temperature:  $T_{out}$  is mentioned as an example, and is explained.

[0157] Drawing 5 is drawing showing the outline configuration of the internal combustion engine which applies the plugging judging equipment of the exhaust-gas-recirculation equipment concerning the gestalt of this operation, and its pumping system. In drawing 5, the inhalation-of-air temperature sensor 50 which outputs the electrical signal corresponding to the temperature of the flowing inhalation of air in this inhalation-of-air branch pipe 14 (mixed gas of new mind and EGR gas) is attached in the down-stream part from the connection part with the EGR path 100 in the inhalation-of-air branch pipe 14.

[0158] Furthermore, the pressure-of-induction-pipe force sensor 51 which outputs the electrical signal corresponding to the pressure (charge pressure) of the inhalation of air in this inhalation-of-air branch pipe 14 is attached in the inhalation-of-air branch pipe 14. In addition, below, the inhalation-of-air temperature sensor 18 attached in the inlet pipe 15 of an air cleaner box 16

direct lower stream of a river shall be called the 1st inhalation-of-air temperature sensor 18, and the inhalation-of-air temperature sensor 50 attached in the inhalation-of-air branch pipe 14 shall be called the 2nd inhalation-of-air temperature sensor 50.

[0159] Cooler [ the following and ] close gas temperature: Describe the presumed procedure of Tin and cooler appearance gas-temperature:Tout. First, cooler close gas temperature: In presuming Tin, CPU41 inputs the output-signal value (exhaust-gas temperature of a turbine housing 19b lower stream of a river) of the exhaust air temperature sensor 32, the output-signal value (amount of the new mind inhaled by the internal combustion engine 1) of an air flow meter 17, and the output signal (charge pressure) of the pressure-of-induction-pipe force sensor 51.

[0160] the pressure of exhaust air [ in / CPU42 makes a parameter the output signal value (charge pressure) of the pressure-of-induction-pipe force sensor 51, and the output signal value (amount of the new mind inhaled by the internal combustion engine 1) of an air flow meter 17, and / the exhaust air branch pipe 14 ] -- in other words, the turbine expansion ratio of turbine housing 19b is computed.

[0161] Then, temperature, i.e., cooler close gas temperature, of the exhaust air before CPU42 flows into turbine housing 19b based on an output-signal value and said turbine expansion ratio of the exhaust-air temperature sensor 35: Compute Tin.

[0162] Here, when the output-signal value of the exhaust air temperature sensor 35 is set to T1 and the turbine efficiency of P2 and turbine housing 19b is set [ a turbine expansion ratio ] to etat for the output-signal value of P1 and the pressure-of-induction-pipe force sensor 51, a theoretical formula as shown below about turbine housing 19b will be materialized.

$$\text{etat} = (\text{Tin} - \text{T1}) / (\text{Tin} (1 - 1/(\text{P1}/\text{P2})^{0.248}))$$

In addition, what is necessary is to ask for it experimentally beforehand and just to make ROM42 memorize it, since turbine-efficiency:etat is the value of a turbine housing 19b proper.

[0163] Therefore, the above-mentioned theoretical formula is asked [ value / of P1 and the pressure-of-induction-pipe force sensor 51 / output-signal ] for cooler close gas-temperature:Tin by substituting P2 and turbine housing 19b in output-signal value:T1 of the exhaust air temperature sensor 35, and a turbine expansion ratio.

[0164] Next, in presuming cooler appearance gas-temperature:Tout, CPU41 inputs the output signal value (amount of the new mind inhaled by the internal combustion engine 1) of an air flow meter 17, the output signal value (intake-air temperature before flowing into compressor housing 19a) of the 1st inhalation-of-air temperature sensor 18, the output signal value (intake-air temperature of EGR valve 101 lower stream of a river) of the 2nd inhalation-of-air temperature sensor 50, and the output signal value (charge pressure) of the pressure-of-induction-pipe force sensor 51.

[0165] Then, CPU41 computes the ratio (EGR rate) of the amount of EGR gas contained during the inhalation of air inhaled by the internal combustion engine 1, and the temperature of the inhalation of air which flows out of an intercooler 20.

[0166] When carrying out an EGR rate, CPU41 computes an EGR rate by making into a parameter the total amount (total with the amount of new mind and the amount of EGR gas which are inhaled by the internal combustion engine 1) of the inhalation of air inhaled by the internal combustion engine 1, and the output signal value (amount of the new mind inhaled by the internal combustion engine 1) of an air flow meter 17.

[0167] if the total amount of the inhalation of air inhaled [ EGR rate ] by GA and the internal combustion engine 1 in EGRR and the output signal value of an air flow meter 17 is set to GALL here -- \*\*\*\*\* of the following [ EGR rate ] -- things are made.

Total amount:GALL of the inhalation of air inhaled by the EGRR=(GALL-GA)/GALL internal combustion engine 1 can be asked by [ of the output-signal value (charge pressure) of the pressure-of-induction-pipe force sensor 51, and the inlet-pipe base charging efficiency of internal combustion engine 1 proper ] integrating. The above mentioned inlet-pipe base charging efficiency may be beforehand searched for experimentally, although it can express as a function of an engine rotational frequency.

[0168] When computing the temperature of the inhalation of air after passing an intercooler 20, CPU41 computes the cooling effectiveness of an intercooler 20 first by making into a parameter

the travel speed of a car and the output signal value of an air flow meter 17 which carried the internal combustion engine 1.

[0169] Then, CPU42 computes the temperature of the inhalation of air which assigns the compressor efficiency of compressor housing 19a, and the output-signal value of the 1st inhalation-of-air temperature sensor 18 to the theoretical formula about compressor housing 19a, and flows out of compressor housing 19a, i.e., the temperature of the inhalation of air which flows into an intercooler 20.

[0170] The theoretical formula about compressor housing 19a The compressor efficiency of compressor housing 19a  $\eta_{c}$  is, If temperature of the inhalation of air which flows out of P3 and compressor housing 19a the pressure of the inhalation of air which flowed the output-signal value of T2 and the pressure-of-induction-pipe force sensor 51 out of P2 and compressor housing 19a in the output-signal value of the 1st inhalation-of-air temperature sensor 18 is made into T3  $\eta_{c} = T2 * (P3 / P2)^{0.286 - 1} / (T3 - T2)$

It can express.

[0171] Said compressor efficiency:  $\eta_{c}$  is the pressure of the inhalation of air which is the value of a compressor housing 19a proper, and flowed out of the output-signal value of an air flow meter 17, and compressor housing 19a :P Pressure of the inhalation of air which could calculate 3 as a parameter and flowed out of compressor housing 19a :P 3 can be calculated by subtracting a part for the pressure loss in an intercooler 20 from the output-signal value (charge pressure) of the pressure-of-induction-pipe force sensor 51.

[0172] CPU42 computes the intake-air temperature after passing an intercooler 20 from the cooling effectiveness of an intercooler 20 searched for by the above-mentioned approach, and the temperature of the inhalation of air which flows into an intercooler 20.

[0173] Thus, if the intake-air temperature after passing an EGR rate and an intercooler 20 is called for, CPU41 will compute cooler appearance gas-temperature:  $T_{out}$  by making into a parameter an EGR rate, the intake-air temperature after passing an intercooler 20, and the output signal value (intake-air temperature after EGR gas is mixed from the EGR valve 101 in the new mind cooled by the down-stream intake-air temperature 20, i.e., an intercooler) of the 2nd inhalation-of-air temperature sensor 50.

[0174] Here, if the output signal value of Tico and the 2nd inhalation-of-air temperature sensor 50 is made into T four for the intake-air temperature after passing EGRR and an intercooler 20 for an EGR rate, a formula called  $T_{four} = EGRR * T_{out} + (1 - EGRR) * Tico$  will be realized.

[0175] Then, cooler appearance gas-temperature:  $T_{out}$  is computed by assigning the intake-air temperature after passing the EGR rate and intercooler 20 for which the above-mentioned formula was asked previously, and the output signal value of the 2nd inhalation-of-air temperature sensor 50.

[0176] Cooler close gas temperature presumed by the approach described above: EGR cooler cooling effectiveness is computed by substituting  $T_{in}$  and cooler appearance gas-temperature:  $T_{out}$  for a formula called EGR cooler cooling effectiveness  $= (T_{in} - T_{out}) / (T_{in} - T_{HW})$ .

[0177] Therefore, CPU41 can judge whether plugging has occurred in EGR cooler 103 by comparing with EGR cooler cooling effectiveness when plugging has not occurred in EGR cooler 103 the EGR cooler cooling effectiveness computed by the above-mentioned procedure.

[0178]

[Effect of the Invention] According to the plugging detection equipment of the exhaust-gas-recirculation equipment concerning this invention, it becomes possible by measuring the criteria opening based on the opening of a flow control valve when an internal combustion engine is in predetermined operational status with the opening of a flow control valve in case an internal combustion engine is in predetermined operational status and plugging has not occurred to an exhaust-gas-recirculation path to distinguish whether plugging has occurred to the exhaust-gas-recirculation path.

[0179] By using the value determined in consideration of the study value of the opening detected when an internal combustion engine was in predetermined operational status and plugging had not occurred to an exhaust-gas-recirculation path as criteria opening at that time, it can become possible to prevent the incorrect judging resulting from the initial tolerance of the

component part of exhaust-gas-recirculation equipment etc., and judgment precision can be raised.

[0180] Moreover, in the plugging detection equipment of the exhaust-gas-recirculation equipment concerning this invention, when the cooling means is established in the middle of the exhaust-gas-recirculation path, it becomes possible by comparing cooling effectiveness when it is in the cooling effectiveness of a cooling means in case an internal combustion engine is in predetermined operational status, and operational status predetermined in an internal combustion engine and plugging has not occurred for a cooling means to judge whether plugging has occurred for the cooling means.

---

[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-164999

(P 2 0 0 1 - 1 6 4 9 9 9 A)

(43) 公開日 平成13年6月19日(2001.6.19)

| (51) Int. Cl. <sup>7</sup> | 識別記号 | F I        | テマコード (参考) |       |
|----------------------------|------|------------|------------|-------|
| F02M 25/07                 | 550  | F02M 25/07 | 550        | 3G062 |
|                            | 580  |            | 550        | L     |
|                            |      |            | 580        | E     |

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全21頁)

(21) 出願番号 特願平11-354997

(22) 出願日 平成11年12月14日(1999.12.14)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 小野 智幸

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 末松 敏男

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100089244

弁理士 遠山 勉 (外3名)

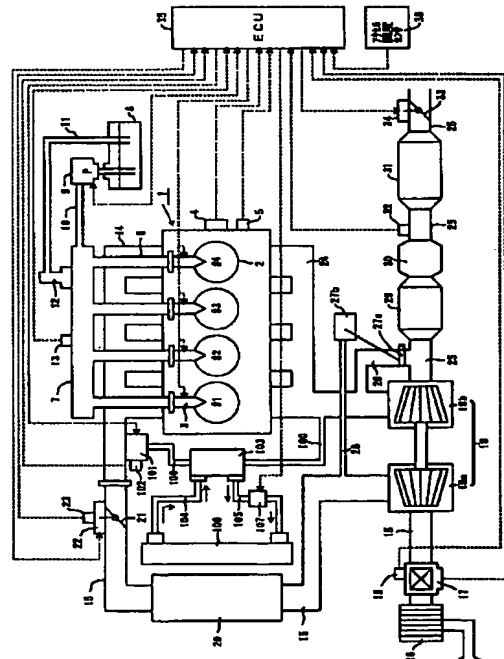
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 排気再循環装置の詰まり検出装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、内燃機関の排気系を流れる排気の一部を該内燃機関の吸気系へ再循環させるEGR装置において、EGR装置における目詰まりの発生を精度良く検出する技術を提供し、目詰まりに起因した排気エミッションの悪化防止に寄与することを課題とする。

【解決手段】 本発明に係る排気再循環装置の詰まり検出装置は、内燃機関の排気通路と吸気通路とを連通する排気再循環通路と、排気再循環通路内を流れる排気の流量を調整する流量調整弁と、内燃機関の運転状態に応じて前記流量調整弁の開度を制御する排気再循環量制御手段と、内燃機関が所定の運転状態にあるときの前記流量調整弁の開度が所定の基準開度より大きい場合に前記排気再循環通路に詰まりが発生したと判定する詰まり判定手段とを備えることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の排気通路と吸気通路とを連通する排気再循環通路と、  
前記排気再循環通路内を流れる排気の流量を調整する流量調整弁と、  
前記内燃機関の運転状態に応じて前記流量調整弁の開度を制御する排気再循環量制御手段と、  
前記内燃機関が所定の運転状態にあるときの前記流量調整弁の開度が所定の基準開度より大きい場合に前記排気再循環通路に詰まりが発生したと判定する詰まり判定手段と、を備えることを特徴とする排気再循環装置の詰まり検出装置。

【請求項 2】 前記詰まり判定手段は、前記流量調整弁の開度が前記基準開度より所定開度以上大きい場合に前記排気再循環通路に詰まりが発生したと判定することを特徴とする排気再循環装置の詰まり検出装置。

【請求項 3】 前記基準開度は、前記内燃機関が所定の運転状態にあり、且つ、前記排気再循環通路に詰まりが発生していないときの開度に基づいて決定される値であることを特徴とする請求項 1 に記載の排気再循環装置の詰まり検出装置。

【請求項 4】 前記基準開度は、前記内燃機関が所定の運転状態にあり、且つ、前記排気再循環通路に詰まりが発生していないときの開度の学習値に基づいて決定される値であることを特徴とする請求項 1 に記載の排気再循環装置の詰まり検出装置。

【請求項 5】 前記排気再循環通路は、該排気再循環通路内を流れる排気を冷却する冷却手段を備えており、  
前記詰まり判定手段は、前記内燃機関が所定の運転状態にあるときの前記流量調整弁の開度が所定の基準開度より大きい場合に前記冷却手段に詰まりが発生したと判定することを特徴とする請求項 1 に記載の排気再循環通路の詰まり検出装置。

【請求項 6】 前記内燃機関の吸気通路には該吸気通路を流れる新気の流量を調節する吸気絞り弁が設けられており、  
前記詰まり判定手段は、前記内燃機関が低負荷・低回転運転状態にあって、前記吸気絞り弁の開度が所定開度にあるときに、前記排気再循環通路の詰まりを判定することを特徴とする請求項 1 に記載の排気再循環装置の詰まり判定装置。

【請求項 7】 内燃機関の排気通路を流れる排気の一部を前記内燃機関の吸気通路へ導く排気再循環通路と、  
前記排気再循環通路の途中に設けられ、該排気再循環通路を流れる排気を冷却する冷却手段と、  
前記冷却手段の冷却効率を算出する冷却効率算出手段と、  
前記冷却効率算出手段によって算出された冷却効率が所定の基準値より低下した場合に前記冷却手段に詰まりが発生したと判定する詰まり判定手段と、を備えることを

特徴とする排気再循環装置の詰まり検出装置。

【請求項 8】 前記冷却手段は、所定の冷却水と排気との間で熱交換を行う水冷式クーラであり、  
前記冷却効率算出手段は、前記水冷式クーラに流入する排気の温度と、前記水冷式クーラに供給される冷却水の温度と、前記水冷式クーラから流出する排気の温度とをパラメータとして前記水冷式クーラの冷却効率を算出することを特徴とする請求項 7 に記載の排気再循環装置の詰まり検出装置。

10 【請求項 9】 内燃機関の排気通路と吸気通路とを連通する排気再循環通路と、  
前記排気再循環通路内を流れる排気の流量を調整する流量調整弁と、  
前記吸気通路において前記排気再循環通路の接続部位より上流の部位に設けられ、前記吸気通路内を流れる吸気の流量を調節する吸気絞り弁と、  
前記内燃機関の運転状態に応じて前記流量調整弁およびまたは前記吸気絞り弁の開度を制御する排気再循環量制御手段と、  
20 前記内燃機関が所定の運転状態にあるときの前記流量調整弁の開度又は前記吸気絞り弁の開度が所定の基準開度より大きい場合に前記排気再循環通路に詰まりが発生したと判定する詰まり判定手段と、を備えることを特徴とする排気再循環装置の詰まり検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の排気系を流れる排気の一部を吸気系に再循環させる排気再循環 (EGR: Exhaust Gas Recirculation) 装置に関し、特に  
30 EGR 装置の詰まりを検出する技術に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】近年、自動車等に搭載される内燃機関では、燃料消費量を低減することを目的として、酸素過剰状態 (リーン空燃比) の混合気を燃焼可能とする希薄燃焼式内燃機関の開発が進められている。

【0 0 0 3】一方、上記したような希薄燃焼式内燃機関においてリーン空燃比の混合気が燃焼されると、比較的  
40 多量の窒素酸化物 (NOx) が発生することが知られている。特に、混合気の燃焼速度が速くなるほど、もしくは、混合気の燃焼温度が高くなるほど、より多くの窒素酸化物 (NOx) が発生する。

【0 0 0 4】内燃機関から排出される窒素酸化物 (NOx) の量を低減する方法としては、内燃機関の排気通路を流れる排気の一部を該内燃機関の吸気通路へ再循環させる排気再循環 (EGR: Exhaust Gas Recirculation) 装置を利用する方法が提案されている。

【0 0 0 5】EGR 装置は、排気中に含まれる水蒸気 (H<sub>2</sub>O)、一酸化炭素 (CO)、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 等の不活性ガス成分が持つ不燃性及び吸熱性を利用して、内燃機関の燃焼室における混合気の燃焼速度及び燃

焼温度を低下させ、以て燃焼時に発生する窒素酸化物（NOx）の量を低減させるものである。

【0006】尚、上記したようなEGR装置としては、内燃機関の排気通路と吸気通路とを連通するEGR通路と、EGR通路内を流れる排気（EGRガス）の流量を調整するEGR弁とから構成される装置や、EGR通路及びEGR弁に加えてEGRガスを冷却するためのEGRクーラをEGR通路の途中に設けて構成される装置等、種々の構成の装置が提案されている。

【0007】ところで、EGR装置では、排気中に含まれる煤や未燃燃料成分等がEGR通路の壁面やEGRクーラ内の壁面などに付着もしくは堆積することによって、EGR通路やEGRクーラに目詰まりが発生する場合があった。EGR通路やEGRクーラに目詰まりが発生すると、所望量のEGRガスを吸気通路へ再循環させることが困難となり、内燃機関における窒素酸化物（NOx）の発生量を十分に低減することができなくなるという問題があった。

【0008】このような問題に対し、従来では、特開平10-196462号公報に記載されたようなディーゼルエンジンのEGR装置等が提案されている。前記公報に記載されたディーゼルエンジンのEGR装置は、内燃機関の排気通路と吸気通路とを連通するEGR通路におけるEGRクーラより上流の部位に、EGRガス中に含まれる煤を還元剤として排気中の窒素酸化物（NOx）を還元するNOx還元触媒を設けて構成されている。

【0009】このように構成されたディーゼルエンジンのEGR装置は、EGRクーラ上流のNOx還元触媒においてEGRガス中の煤を還元剤として消費させることにより、EGRクーラに流入する煤を低減し、以てEGRクーラの目詰まりを防止しようとするものである。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前述した公報に記載されたようなディーゼルエンジンのEGR装置では、NOx還元触媒が未活性状態にある場合は、EGRガス中に含まれる煤や未燃炭化水素（HC）などのSOF（Soluble Organic Function）成分がNOx還元触媒で消費されずにEGRクーラへ流入することになる。このような事象が繰り返されると、EGRクーラにSOF成分が堆積してEGRクーラの目詰まりが発生する虞がある。

【0011】更に、前記したディーゼルエンジンのEGR装置では、EGRクーラやEGR通路の目詰まりを検出する手段を備えていないため、実際にEGRクーラやEGR通路の目詰まりが発生した場合には所望量のEGRガスを吸気通路へ再循環させることが困難となり、その結果、内燃機関における窒素酸化物（NOx）の発生量を十分に低減することができなくなる場合がある。

【0012】本発明は、上記したような種々の問題に鑑みてなされたものであり、内燃機関の排気系を流れる排

気の一部を該内燃機関の吸気系へ再循環させるEGR装置を備えた内燃機関において、EGR装置における目詰まりの発生を精度良く検出する技術を提供することにより、目詰まりに起因した排気エミッションの悪化防止に寄与することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記した課題を解決するために以下のような手段を採用した。すなわち、本発明に係る排気再循環装置の詰まり検出装置は、内燃機関の排気通路と吸気通路とを連通する排気再循環通路と、前記排気再循環通路内を流れる排気の流量を調整する流量調整弁と、前記内燃機関の運転状態に応じて前記流量調整弁の開度を制御する排気再循環量制御手段と、前記内燃機関が所定の運転状態にあるときの前記流量調整弁の開度が所定の基準開度より大きい場合に前記排気再循環通路に詰まりが発生したと判定する詰まり判定手段と、を備えることを特徴とする。

【0014】このように構成された排気再循環装置の詰まり検出装置では、排気再循環量制御手段は、内燃機関の運転状態に応じて流量調整弁の開度を制御する。例えば、排気再循環量制御手段は、内燃機関に実際に吸入される新気の量を該内燃機関の運転状態に応じた所望の量とすべく流量調整弁の開度をフィードバック制御する。

【0015】上記したようなフィードバック制御では、内燃機関に実際に吸入される新気の量が所望量より少なければ、排気再循環量制御手段は、流量調整弁の開度を閉弁方向へ補正する。

【0016】この場合、排気通路から吸気通路へ再循環される排気（以下、再循環ガスと称する）の量が減少し、それに依じて内燃機関に吸入される再循環ガスの量が減少することになる。内燃機関に吸入される再循環ガス量が減少すると、その減少分だけ内燃機関に吸入される新気の量が増加する。

【0017】上記したようなフィードバック制御において、内燃機関に実際に吸入される新気の量が所望量より多ければ、排気再循環量制御手段は、流量調整弁の開度を開弁方向へ補正する。

【0018】この場合、排気通路から吸気通路へ再循環される再循環ガスの量が増加し、それに依じて内燃機関に吸入される再循環ガスの量が増加することになる。内燃機関に吸入される再循環ガス量が増加すると、その増加分だけ内燃機関に吸入される新気の量が減少する。

【0019】このような制御が実行されているときに排気再循環通路の詰まりが発生すると、流量調整弁の開度は、排気再循環通路に詰まりが発生していない場合に比して大きくされることになる。すなわち、排気再循環通路に詰まりが発生した場合は、排気通路から吸気通路へ再循環される再循環ガス量が正常時より減少し、それに依じて内燃機関に吸入される再循環ガス量が減少するとともに内燃機関に吸入される新気の量が増加するため、

排気再循環量制御手段は、内燃機関に吸入される新気の量を減少させるべく（言い換えれば、内燃機関に吸入される再循環ガス量を増加させるべく）、流量調整弁の開度を開弁方向へ補正することになる。

【0020】そこで、詰まり判定手段は、内燃機関が所定運転状態にあるときの流量調整弁の開度と所定の基準開度とを比較し、流量調整弁の開度が基準開度より大きければ排気再循環通路に詰まりが発生していると判定する。

【0021】尚、所定の基準開度は、内燃機関が所定運転状態にあり、且つ、排気再循環通路に詰まりが発生していない時に予め検出された開度であってもよく、あるいは、内燃機関が所定運転状態にあり、且つ、排気再循環通路に詰まりが発生していない時に検出された開度に基づいて決定される値であってもよい。

【0022】内燃機関が所定運転状態にあり、且つ、排気再循環通路に詰まりが発生していない時に検出された開度に基づいて決定される値は、内燃機関が所定運転状態にあり、且つ、排気再循環通路に詰まりが発生していない時に検出された複数の開度の平均値であってもよく、又は、内燃機関が所定運転状態にあり、且つ、排気再循環通路に詰まりが発生していない時に検出された開度の学習値を考慮して決定される値であってもよい。

【0023】これは、内燃機関が所定運転状態にあり、且つ、排気再循環通路に詰まりが発生していない場合であっても、気温や気圧等の条件が異なると、流量調整弁の開度も異なることが想定されるからである。

【0024】また、詰まり判定手段は、流量調整弁の開度が基準開度より所定開度以上大きい場合に排気再循環通路に詰まりが発生したと判定するようにしてもよい。これは、流量調整弁の開度が条件によって変化する場合が想定され、そのような場合には排気再循環通路に詰まりが発生していないにも関わらず流量調整弁の開度が基準開度より大きくなることが考えられるからである。

【0025】また、本発明に係る排気再循環装置の詰まり検出装置において、排気再循環通路が該排気再循環通路内を流れる排気を冷却する冷却手段を備えている場合は、詰まり判定手段は、内燃機関が所定の運転状態にあるときの流量調整弁の開度が所定の基準開度より大きい場合に冷却手段に詰まりが発生したと判定するようにしてもよい。

【0026】これは、冷却手段内に形成される通路の断面積が排気再循環通路より小さく設定されることが多いため、又は、排気中に含まれる煤や未燃燃料等の成分が冷却手段において冷却されると、それらの成分が液化して冷却手段内の壁面に付着し易くなるため、冷却手段が排気再循環通路に比して目詰まりを起こし易いからである。

【0027】本発明に係る排気再循環装置の詰まり検出装置において、内燃機関の所定運転状態としては、内燃

機関の吸気通路に設けられた吸気絞り弁の開度が所定開度であり、且つ、内燃機関が低負荷の定常運転状態にある状態、特に内燃機関がアイドル運転状態にあるときが好ましい。

【0028】次に、本発明に係る排気再循環装置の詰まり検出装置は、内燃機関の排気通路を流れる排気の一部を前記内燃機関の吸気通路へ導く排気再循環通路と、前記排気再循環通路の途中に設けられ、該排気再循環通路を流れる排気を冷却する冷却手段と、前記冷却手段の冷却効率を算出する冷却効率算出手段と、前記冷却効率算出手段によって算出された冷却効率が所定の基準値より低下した場合に前記冷却手段に詰まりが発生したと判定する詰まり判定手段と、を備えることを特徴とするようにしてもよい。

【0029】冷却手段は、再循環ガスと冷媒との間で熱交換を行うものであるが、該冷却手段内に詰まりが発生した場合は、冷却手段に詰まりが発生していない場合に比して冷却手段における熱交換率が低下する。更に、冷却手段において詰まりが発生した場合は、冷却手段に詰まりが発生していない場合に比して、該冷却手段内を流通する再循環ガスの圧力が上昇し易く、それに応じて再循環ガスの温度が上昇し易い。

【0030】従って、冷却手段において詰まりが発生した場合は、該冷却手段において詰まりが発生していない場合に比して冷却効率が低下すると言える。このため、冷却手段の実際の冷却効率が所定の基準値を下回っているときは、冷却手段に詰まりが発生したと判定することが可能である。

【0031】ここで、所定の基準値は、冷却手段に詰まりが発生していない時の冷却効率を示す値であってもよく、あるいは冷却手段に詰まりが発生していない時の冷却効率を基にして決定される値であってもよい。

【0032】上記した冷却手段としては、所定の冷却水と再循環ガスとの間で熱交換を行う水冷式のクーラを例示することができる。所定の冷却水は、内燃機関用の冷却水でもよいし、再循環ガスのみを冷却するための専用の冷却水であってもよい。

【0033】冷却手段として水冷式クーラが用いられる場合は、冷却効率算出手段は、水冷式クーラに流入する排気（再循環ガス）の温度と、水冷式クーラに供給される冷却水の温度と、水冷式クーラから流出する排気（再循環ガス）の温度とをパラメータとして水冷式クーラの冷却効率を算出するようにしてもよい。

【0034】その際、水冷式クーラに流入する再循環ガスの温度、およびまたは水冷式クーラから流出する再循環ガスの温度は、専用の温度センサを用いて直接検出されるようにしてもよく、あるいは、内燃機関が予め備えているセンサの検出値等から推定されるようにしてもよい。

【0035】次に、本発明に係る排気再循環装置の詰ま

10

20

30

40

50

り検出装置は、内燃機関の排気通路と吸気通路とを連通する排気再循環通路と、前記排気再循環通路内を流れる排気の流量を調整する流量調整弁と、前記吸気通路において前記排気再循環通路の接続部位より上流の部位に設けられ、前記吸気通路内を流れる吸気の流量を調節する吸気絞り弁と、前記内燃機関の運転状態に応じて前記流量調整弁およびまたは前記吸気絞り弁の開度を制御する排気再循環量制御手段と、前記内燃機関が所定の運転状態にあるときの前記流量調整弁の開度又は前記吸気絞り弁の開度が所定の基準開度より大きい場合に前記排気再循環通路に詰まりが発生したと判定する詰まり判定手段と、を備えることを特徴とするようにしてもよい。

【0036】これは、再循環ガス量を増加させる必要がある時に流量調整弁が既に全開状態にあると、吸気絞り弁の開度を調整して排気再循環通路に作用する吸気管負圧の大きさを調整することを想定したものである。

【0037】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る排気再循環装置の詰まり検出装置の具体的な実施態様について図面に基づいて説明する。

【0038】＜実施の形態1＞まず、排気再循環装置の詰まり検出装置の第1の実施態様について図1～図3に基づいて説明する。

【0039】図1は、本発明に係る排気再循環装置の詰まり検出装置を適用する内燃機関とその吸排気系の概略構成を示す図である。図1に示す内燃機関1は、4つの気筒2を有する水冷式の4気筒ディーゼルエンジンである。この内燃機関1には、各気筒2の燃焼室内へ直接燃料を噴射する燃料噴射弁3と、該内燃機関1の機関出力軸たるクランクシャフトが所定の角度（例えば、15°）回転する度にパルス信号を出力するクランクポジションセンサ4と、該内燃機関1の図示しないウォータージャケットを流れる冷却水の温度に対応した電気信号を出力する水温センサ5とが取り付けられている。

【0040】前記した燃料噴射弁3は、燃料パイプ6を介して蓄圧室（コモンレール）7と接続されている。前記コモンレール7は、燃料タンク8に取り付けられた燃料ポンプ9と燃料パイプ10を介して接続されるとともに、リターンパイプ11を介して燃料タンク8と接続されている。

【0041】前記コモンレール7におけるリターンパイプ11の接続部位には、該コモンレール7内の燃料圧力が予め設定された最大圧力より低いときは開弁してコモンレール7とリターンパイプ11との導通を遮断し、コモンレール7内の燃料圧力が前記最大圧力以上となったときは開弁してコモンレール7とリターンパイプ11との導通を許容する圧力調整弁12が設けられている。

【0042】前記コモンレール7には、該コモンレール7内の燃料圧力に応じた電気信号を出力する燃料圧センサ13が取り付けられている。このように構成された燃

料系では、燃料ポンプ9が燃料タンク8内に貯蔵された燃料を汲み上げ、汲み上げた燃料を燃料パイプ10を介して前記コモンレール7へ圧送する。燃料ポンプ9からコモンレール7へ供給された燃料は、該燃料の圧力が所望の目標圧力に達するまで蓄圧される。コモンレール7において目標圧力まで蓄圧された燃料は、燃料パイプ6を介して各気筒2の燃料噴射弁3へ分配及び供給される。各燃料噴射弁3は、駆動電流が印加されたときに開弁し、前記コモンレール7から供給された目標圧力の燃料を各気筒2の燃焼室内へ噴射する。

【0043】尚、前記した燃料系では、コモンレール7内の燃料圧力が最大圧力以上まで高くなると、圧力調整弁10が開弁する。この場合、コモンレール5内に蓄えられた燃料の一部がリターンパイプ9を介して燃料タンク6へ戻されることになり、その結果、コモンレール5内の燃料圧力が減圧される。

【0044】次に、内燃機関1には、吸気枝管14が連結されている。前記吸気枝管14の各枝管は、図示しない吸気ポートを介して各気筒2の燃焼室と連通している。前記吸気枝管14は、吸気管15と接続され、吸気管15は、エアクリーナボックス16と接続されている。

【0045】前記吸気管15において前記エアクリーナボックス16の直下流の部位には、該吸気管15内を流れる吸気の質量に対応した電気信号を出力するエアフローメータ17と、該吸気管15内を流れる吸気の温度に対応した電気信号を出力する吸気温度センサ18とが取り付けられている。

【0046】前記吸気管15において前記エアフローメータ17より下流の部位には、内燃機関1から排出される排気の熱エネルギーを駆動源として作動する遠心過給機（ターボチャージャ）19のコンプレッサハウジング19aが設けられている。

【0047】前記吸気管15において前記コンプレッサハウジング19aより下流の部位には、前記コンプレッサハウジング19a内で圧縮されて高温となった新気を冷却するためのインタークーラ20が設けられている。尚、インタークーラ20としては、内燃機関1を搭載した車両の走行時に発生する走行風を利用して新気が持つ熱を放熱させる空冷式インタークーラ、新気を持つ熱と所定の冷却水との間で熱交換を行うことによって新気の温度を低下させる水冷式インタークーラ等を例示することができる。

【0048】前記吸気管15において前記インタークーラ20より下流の部位には、該吸気管15内を流れる吸気の流量を調節する吸気絞り弁（スロットル弁）21が設けられている。このスロットル弁21には、該スロットル弁21を開閉駆動するスロットル用アクチュエータ22と、前記スロットル弁21の開度に応じた電気信号を出力するスロットルポジションセンサ23とが取り付け

10

20

30

40

50

けられている。

【0049】尚、前記スロットル用アクチュエータ22としては、例えば、ステッパモータ等からなり印加電力の大きさに応じてスロットル弁21を開閉駆動する電気式のアクチュエータや、スロットル弁21に連動して変位するダイヤフラムを内蔵し、印加される負圧の大きさに応じてダイヤフラムを変位させることによりスロットル弁21を開閉駆動する負圧式のアクチュエータ等を例示することができる。

【0050】このように構成された吸気系では、エアクリーナボックス16に流入した新気は、該エアクリーナボックス16内の図示しないエアクリーナによって新気中の塵や埃等が除去された後、吸気管15を介して遠心過給機19のコンプレッサハウジング19aに流入する。

【0051】コンプレッサハウジング19aに流入した吸気は、該コンプレッサハウジング19aに内装されたコンプレッサホイールの回転によって圧縮される。前記コンプレッサハウジング19a内で圧縮されて高温となった新気は、インタークーラ20にて冷却される。

【0052】インタークーラ20によって冷却された新気は、必要に応じてスロットル弁21によって流量を調節されて吸気枝管14へ導かれる。吸気枝管14に導かれた新気は、該吸気枝管14の各枝管を通して各気筒2の燃焼室へ分配される。

【0053】各気筒2の燃焼室へ分配された新気は、燃料噴射弁3から噴射された燃料を着火源として燃焼する。次に、内燃機関1には、排気枝管24が連結されている。前記排気枝管24の各枝管は、図示しない排気ポートを介して各気筒2の燃焼室と連通している。前記排気枝管24は、遠心過給機19のタービンハウジング19bを介して排気管25に接続されている。前記排気管25は、下流にして図示しないマフラーと接続されている。

【0054】前記排気枝管24において前記タービンハウジング19bの直上流に位置する部位と前記排気25において前記タービンハウジング19bの直下流に位置する部位とは、前記タービンハウジング19bを迂回するバイパス通路26によって接続されている。

【0055】前記バイパス通路26には、該バイパス通路26を開閉する弁体27aと、弁体27aを開閉駆動するアクチュエータ27bとからなるウェストゲートバルブ27bが取り付けられている。

【0056】前記アクチュエータ27bは、コンプレッサハウジング19aの直下流に位置する吸気管15と作動圧通路28を介して接続されており、コンプレッサハウジング19a直下流の吸気管15内を流れる新気の圧力（言い換えれば、コンプレッサハウジング19aにおいて圧縮された新気の圧力）の圧力を利用して前記弁体27aを開閉駆動する。

【0057】具体的には、アクチュエータ27bは、吸気管15から作動圧通路28を介して所定圧未満の圧力が印加された場合は弁体27aを閉弁位置に保持し、吸気管15から作動圧通路28を介して所定圧以上の圧力が印加された場合は弁体27aを開弁駆動する。

【0058】前記排気管25において前記バイパス通路26の接続部位より下流の部位には、第1の排気浄化触媒29と、DPF (Diesel Particulate Filter) 30と、第2の排気浄化触媒31とが上流側から順次設けられている。

【0059】前記した第1及び第2の排気浄化触媒29、31は、排気中に含まれる炭化水素(HC)、一酸化炭素(CO)、窒素酸化物(NOx)などの有害ガス成分を浄化するための触媒である。

【0060】前記第1及び第2の排気浄化触媒29、31としては、例えば、排気浄化触媒に流入する排気空燃比が理論空燃比近傍にあるときに該排気中に含まれる炭化水素(HC)、一酸化炭素(CO)、窒素酸化物(NOx)を浄化する三元触媒、流入排気空燃比が酸素過剰状態(リーン状態)のときは該排気中に含まれる窒素酸化物(NOx)を吸蔵し、流入排気酸素濃度が低下したときは吸蔵していた窒素酸化物(NOx)を放出しつつ還元する吸蔵還元型NOx触媒、流入排気空燃比が酸素過剰状態(リーン状態)にあり且つ窒素酸化物(NOx)を還元するための還元剤が存在するときに該排気中に含まれる窒素酸化物(NOx)を還元及び浄化する選択還元型NOx触媒、あるいは、上記した触媒を適宜組み合わせ構成された触媒等を例示することができる。

【0061】前記したDPF30は、排気中に含まれる煤(黒煙)や未燃燃料成分等のような粒子状物質(PM: Particulate Matter)を捕集するフィルタである。このDPF30は、例えば、多孔質の物質を基材とし、上流側の端部が開放され且つ下流側の端部が閉塞された第1流路と、上流側の端部が閉塞され且つ下流側の端部が開放された第2流路とを交互にハニカム状に配置して構成されている。

【0062】このようなDPF30では、該DPF30に流入した排気は、先ず第1流路に流入にする。第1流路に流入した排気は、第1流路と第2流路とを隔てる隔壁の孔を通して第2流路へ流入し、次いで第2流路下流の開放端からDPF30下流の排気管25へ排出される。そして、排気中に含まれるPMは、排気が第1流路と第2流路とを隔てる隔壁の孔を通過する際に、前記隔壁によって物理吸着され、以て排気中から除去されることになる。

【0063】前記した排気管25においてDPF30と第2の排気浄化触媒31との間に位置する部位には、該排気管25内を流れる排気の温度に対応した電気信号を出力する排気温度センサ32が取り付けられている。

【0064】また、前記した排気管25において第2の排気浄化触媒31より下流の部位には、前記排気管25内を流れる排気の流量を調節する排気絞り弁33と、印加される電力もしくは負圧の大きさに応じて前記排気絞り弁33を開閉駆動する排気絞り用アクチュエータ34とが設けられている。

【0065】前記排気絞り弁33は、内燃機関1が暖機運転状態にあるとき等に前記排気管25内の排気流量を絞るべく動作して内燃機関1の負荷を高めることにより、内燃機関1の発熱量を増加させ、以て内燃機関1や吸排気系部品の暖機を促進するものである。

【0066】このように構成された排気系では、内燃機関1の各気筒2の燃焼室で燃焼された既燃ガスは、各気筒2の排気ポートを介して排気枝管24の各枝管へ排出される。排気枝管24の各枝管へ排出された既燃ガス（排気）は、遠心過給機13のタービンハウジング19b内に流入する。

【0067】排気がタービンホイール19b内に流入すると、排気の熱エネルギーが前記タービンハウジング19b内に回転自在に支持されたタービンホイールの回転エネルギーに変換される。タービンホイールの回転エネルギーは、前述のコンプレッサハウジング19aのコンプレッサホイールへ伝達され、コンプレッサホイールは、前記タービンホイールから伝達された回転エネルギーによって新気を圧縮する。

【0068】尚、コンプレッサハウジング19a内で圧縮された新気の圧力（コンプレッサハウジング19下流の吸気管25内における新気の圧力）が所定圧以上まで上昇すると、その新気の圧力が作動圧通路28を介してアクチュエータ27bへ印加され、アクチュエータ27bがウェストゲートバルブ27aを開閉駆動する。

【0069】この場合、排気枝管24を流れる排気の一部がバイパス通路26を介して排気管25へ流れるため、タービンハウジング19bに流入する排気の流量が減少し、タービンハウジング19b内に流入する排気の熱エネルギー、言い換えれば、タービンハウジング19bにおいてタービンホイールの回転エネルギーに変換される熱エネルギーが減少する。この結果、タービンホイールからコンプレッサホイールへ伝達される回転エネルギーが減少し、コンプレッサハウジング19aにおいて圧縮される新気の圧力が所定圧以上まで上昇しないことになる。

【0070】前記タービンハウジング19bから排出された排気は、排気管25を通過して第1の排気浄化触媒29へ流入する。第1の排気浄化触媒29では、排気中に含まれる炭化水素（HC）、一酸化炭素（CO）、窒素酸化物（NOx）などの有害ガス成分が浄化される。

【0071】前記第1の排気浄化触媒29を通過した排気は、続いてDPF30に流入し、該DPF30によって排気中に含まれるPMが除去される。DPF30から流出した排気は、第2の排気浄化触媒31へ流入する。

【0072】第2の排気浄化触媒31では、排気中に残留する炭化水素（HC）、一酸化炭素（CO）、あるいは窒素酸化物（NOx）等の有害ガス成分、すなわち前記した第1の排気浄化触媒29において浄化されきらなかった有害ガス成分が浄化されることになる。第2の排気浄化触媒31を通過した排気は、排気管25及びマフラーを経て大気中に排出される。

【0073】一方、前記した排気枝管24には、排気再循環通路（EGR通路）100が接続され、前記EGR通路100は、前記吸気枝管14に接続されている。前記EGR通路100と前記吸気枝管14との接続部位には、前記吸気枝管14における前記EGR通路100の開口端を開閉するEGR弁101が設けられている。前記EGR弁101は、電磁弁などで構成され、印加電力の大きさに応じて開度を変更することが可能となっている。このEGR弁101は、本発明に係る流量調整弁を実現するものである。

【0074】前記EGR弁101には、該EGR弁101の開度に対応した電気信号を出力するEGR開度センサ102が取り付けられている。このEGR開度センサ102としては、例えば、EGR弁101の開閉動作に連動して抵抗体上を摺動する金属接点を備えたポテンシオメータや、EGR弁101の開閉動作に連動して回転するスロットディスクと、スロットディスクを介して対向するよう配置されたLED及びフォトランジスタからなるフォトインタラプタとを備えたフォトインタラプタ方式のセンサ等を例示することができる。

【0075】前記EGR通路100の途中には、該EGR通路100内を流れる排気（以下、EGRガスと称する）を冷却するためのEGRクーラ103が設けられている。前記EGRクーラ103は、本発明に係る冷却手段を実現するものである。

【0076】前記EGRクーラ103には、2本の配管104、105が接続され、これら2本の配管104、105は、内燃機関1の冷却水が持つ熱を大気中に放熱するためのラジエター106と接続されている。

【0077】前記した2本の配管104、105のうち一方の配管104は、前記ラジエター106において冷却された冷却水の一部を前記EGRクーラ103へ導くための配管であり、もう一方の配管105は、前記EGRクーラ103内を循環した後の冷却水を前記ラジエター106へ導くための配管である。尚、以下では、前記配管104を冷却水導入管104と称し、前記配管105を冷却水導出管105と称するものとする。

【0078】前記冷却水導出管105の途中には、該冷却水導出管105内の流路を開閉する開閉弁107が設けられている。この開閉弁107は、駆動電力が印加されたときに開弁する電磁駆動弁などで構成されている。

【0079】このように構成された排気再循環機構（EGR機構）では、EGR弁101が開弁されるとEGR

通路 100 が導通状態となり、排気枝管 24 内を流れる排気の一部が前記 EGR 通路 100 を通って吸気枝管 14 へ導かれる。

【0080】その際、開閉弁 107 が開弁状態にあると、ラジエター 106 と冷却水導入管 104 と EGR クーラ 103 と冷却水導出管 105 とを結ぶ循環経路が導通状態となり、ラジエター 106 で冷却された冷却水が EGR クーラ 103 を循環することになる。その結果、EGR クーラ 103 では、EGR 通路 100 内を流れる EGR ガスと EGR クーラ 103 内を循環する冷却水との間で熱交換が行われることになり、EGR ガスが冷却されることになる。

【0081】EGR 通路 100 を介して排気枝管 24 から吸気枝管 14 へ還流された EGR ガスは、吸気枝管 14 の上流から流れてきた新気と混ざり合いつつ各気筒 2 の燃焼室へ導かれ、前記燃料噴射弁 3 から噴射される燃料を着火源として燃焼される。

【0082】ここで、EGR ガスには、水 ( $H_2O$ ) や二酸化炭素 ( $CO_2$ ) などのように、自らが燃焼することがなく、且つ、吸熱性を有する不活性ガス成分が含まれている。このため、EGR ガスが混合気中に含有されると、混合気の燃焼温度が低められ、以て窒素酸化物 ( $NOx$ ) の発生量が抑制される。

【0083】更に、EGR クーラ 103 において EGR ガスが冷却された場合は、EGR ガス自体の温度が低下するとともに EGR ガスの体積が縮小されるため、EGR ガスが燃焼室内に供給されたときに該燃焼室内の雰囲気温度が不要に上昇することがなくなるとともに、燃焼室内に供給される新気量 (新気の体積) が不要に減少することがない。

【0084】上記したように構成された内燃機関 1 には、該内燃機関 1 を制御するための電子制御ユニット (ECU: Electronic Control Unit) 35 が併設されている。この ECU 35 は、内燃機関 1 の運転条件や運転者の要求に応じて内燃機関 1 の運転状態を制御するユニットである。

【0085】ECU 35 には、クランクポジションセンサ 4、水温センサ 5、燃料圧センサ 13、エアフローメータ 17、吸気温度センサ 18、スロットルポジションセンサ 23、排気温度センサ 32、EGR 開度センサ 102 等の各種センサに加え、図示しないアクセルペダルの操作量 (アクセル開度) に対応した電気信号を出力するアクセル開度センサ 36 が電気配線を介して接続され、上記した各種センサの出力信号が ECU 35 に入力されるようになっている。

【0086】一方、ECU 35 には、燃料噴射弁 3、燃料ポンプ 9、スロットル用アクチュエータ 22、排気絞り用アクチュエータ 34、EGR 弁 101、開閉弁 107 等が電気配線を介して接続され、上記した各部を ECU 35 が制御することが可能になっている。

【0087】ここで、ECU 35 は、図 2 に示すように、双方向性バス 40 によって相互に接続された、CPU 41 と、ROM 42 と、RAM 43 と、バックアップ RAM 44 と、入力ポート 45 と、出力ポート 46 とを備えるとともに、前記入力ポート 45 に接続された A/D コンバータ (A/D) 47 を備えている。

【0088】前記入力ポート 45 は、クランクポジションセンサ 4 のようにデジタル信号形式の信号を出力するセンサの出力信号を入力し、それらの出力信号を CPU 41 や RAM 43 へ送信する。

【0089】前記入力ポート 45 は、水温センサ 5、燃料圧センサ 13、エアフローメータ 17、吸気温度センサ 18、スロットルポジションセンサ 23、排気温度センサ 32、アクセル開度センサ 36、及び、EGR 開度センサ 102 等のように、アナログ信号形式の信号を出力するセンサの A/D 47 を介して入力し、それらの出力信号を CPU 41 や RAM 43 へ送信する。

【0090】前記出力ポート 46 は、燃料噴射弁 3、燃料ポンプ 9、スロットル用アクチュエータ 22、排気絞り用アクチュエータ 34、EGR 弁 101、開閉弁 107 等と電気配線を介して接続され、CPU 41 から出力される制御信号を、前記した燃料噴射弁 3、燃料ポンプ 9、スロットル用アクチュエータ 22、排気絞り用アクチュエータ 34、EGR 弁 101、あるいは開閉弁 107 へ送信する。

【0091】前記 ROM 42 は、燃料噴射弁 3 を制御するための燃料噴射弁制御ルーチン、燃料ポンプ 9 を制御するための燃料ポンプ制御ルーチン、スロットル弁 21 を制御するためのスロットル制御ルーチン、排気絞り弁 33 を制御するための排気絞り制御ルーチン、EGR 弁 101 を制御するための EGR 制御ルーチン、開閉弁 107 を制御するための EGR 冷却制御ルーチン等の各種アプリケーションプログラムに加え、EGR クーラ 103 の詰まりを検出するための EGR 詰まり判定制御ルーチンを記憶している。

【0092】前記 ROM 42 は、上記したアプリケーションプログラムに加え、各種の制御マップを記憶している。前記制御マップは、例えば、内燃機関 1 の運転状態と基本燃料噴射量 (基本燃料噴射時間) との関係を示す燃料噴射量制御マップ、内燃機関 1 の運転状態と基本燃料噴射時期との関係を示す燃料噴射時期制御マップ、内燃機関 1 の運転状態とコモンレール 7 内の目標圧力との関係を示すコモンレール圧制御マップ、コモンレール 7 内の目標圧力と燃料ポンプ 9 の吐出圧力 (燃料ポンプ 9 の駆動電流値) との関係を示す燃料吐出圧力制御マップ、内燃機関 1 の運転状態とスロットル弁 22 の開度との関係を示すスロットル開度制御マップ、内燃機関 1 の運転状態と排気絞り弁 33 の開度との関係を示す排気絞り開度制御マップ、内燃機関 1 の運転状態と EGR 弁 101 の開度との関係を示す EGR 弁開度制御マップ、内



燃機関 1 の運転状態と EGR クラ 103 の作動時期（言い換えれば、開閉弁 107 の開閉時期）との関係を示すクラ作動時期制御マップ等である。

【0093】前記 RAM 43 は、各センサからの出力信号や CPU 41 の演算結果等を格納する。前記演算結果は、例えば、クランクポジションセンサ 26 がパルス信号を出力する時間的な間隔に基づいて算出される機関回転数である。これらのデータは、クランクポジションセンサ 26 がパルス信号を出力する都度、最新のデータに書き換えられる。

【0094】前記バックアップ RAM 44 は、内燃機関 1 の運転停止後もデータを記憶可能な不揮発性のメモリである。前記 CPU 41 は、前記 ROM 42 に記憶されたアプリケーションプログラムに従って動作して、燃料噴射弁制御、燃料ポンプ制御、スロットル制御、排気絞り制御、EGR 制御、EGR 冷却制御を実行するとともに、本発明の要旨となる EGR 詰まり判定制御を実行する。

【0095】例えば、燃料噴射弁制御では、CPU 41 は、まず、燃料噴射弁 3 から噴射される燃料量を決定し、次いで燃料噴射弁 3 から燃料を噴射する時期を決定する。燃料噴射量を決定する場合は、CPU 41 は、RAM 43 に記憶されている機関回転数とアクセル開度センサ 36 の出力信号（アクセル開度）とを読み出す。CPU 41 は、燃料噴射量制御マップへアクセスし、前記機関回転数及び前記アクセル開度に対応した基本燃料燃料噴射量（基本燃料噴射時間）を算出する。CPU 41 は、水温センサ 5 の出力信号値、エアフローメータ 17 の出力信号値、あるいは吸気温度センサ 18 の出力信号値等に基づいて前記基本燃料噴射時間を補正し、最終的な燃料噴射時間を決定する。

【0096】燃料噴射時期を決定する場合は、CPU 41 は、燃料噴射開始時期制御マップへアクセスし、前記機関回転数及び前記アクセル開度に対応した基本燃料噴射時期を算出する。CPU 41 は、水温センサ 5 の出力信号値、エアフローメータ 17 の出力信号値、あるいは吸気温度センサ 18 の出力信号値をパラメータとして前記基本燃料噴射時期を補正し、最終的な燃料噴射時期を決定する。

【0097】燃料噴射時間と燃料噴射時期とが決定されると、CPU 41 は、前記燃料噴射時期とクランクポジションセンサ 4 の出力信号とを比較し、前記クランクポジションセンサ 4 の出力信号が前記燃料噴射開始時期と一致した時点で燃料噴射弁 3 に対する駆動電力の印加を開始する。CPU 41 は、燃料噴射弁 3 に対する駆動電力の印加を開始した時点からの経過時間が前記燃料噴射時間に達した時点で燃料噴射弁 3 に対する駆動電力の印加を停止する。

【0098】燃料噴射制御において内燃機関 1 の運転状態がアイドル運転状態にある場合は、CPU 41 は、水

温センサ 5 の出力信号値や、車室内用空調装置のコンプレッサのようにクランクシャフトの回転力を利用して作動する補機類の作動状態等をパラメータとして内燃機関 1 の目標アイドル回転数を算出する。そして、CPU 41 は、実際のアイドル回転数が目標アイドル回転数と一致するよう燃料噴射量をフィードバック制御する。

【0099】次に、燃料ポンプ制御では、CPU 41 は、例えば、RAM 43 に記憶されている機関回転数とアクセル開度とを読み出す。CPU 41 は、コモンレール圧制御マップへアクセスし、前記機関回転数及び前記アクセル開度に対応した目標圧力を算出する。続いて、CPU 41 は、燃料吐出圧力制御マップへアクセスし、前記目標圧力に対応した燃料ポンプ 9 の吐出圧力（燃料ポンプ 9 の駆動電流）を算出し、算出された駆動電流を前記燃料ポンプ 9 に印加する。

【0100】その際、CPU 41 は、コモンレール 7 に取り付けられた燃料圧センサ 13 の出力信号値（コモンレール 7 内の実際の燃料圧力）と前記目標圧力との差分に基づいて前記燃料ポンプ 9 に印加すべき駆動電流値をフィードバック制御する。

【0101】また、スロットル制御では、CPU 41 は、例えば、RAM 43 に記憶されている機関回転数とアクセル開度とを読み出す。CPU 41 は、スロットル開度制御ルーチンにアクセスし、前記機関回転数及び前記アクセル開度に対応した目標スロットル開度を算出する。CPU 41 は、前記スロットル開度に対応した駆動電力をスロットル用アクチュエータ 22 に印加する。更に、CPU 41 は、スロットルポジションセンサ 23 の出力信号値（実際のスロットル開度）と前記目標スロットル開度との差分に基づいて前記スロットル用アクチュエータ 22 をフィードバック制御する。

【0102】排気絞り制御では、CPU 41 は、内燃機関 1 が冷間始動後の暖機運転状態にある場合や、車室内用ヒータが作動状態にある場合などに、排気絞り弁 33 を閉弁方向へ駆動すべく排気絞り用アクチュエータ 34 を制御する。この場合、内燃機関 1 の負荷が増大し、それに対応して燃料噴射量が増量されることとなる。その結果、内燃機関 1 の発熱量が増加し、内燃機関 1 の暖機が促進されるとともに、車室内用ヒータの熱源が確保される。

【0103】EGR 制御では、CPU 41 は、RAM 43 に記憶されている機関回転数、水温センサ 5 の出力信号（冷却水温度）、アクセル開度センサ 36 の出力信号（アクセル開度）等を読み出し、EGR 制御の実行条件が成立しているか否かを判別する。

【0104】上記した EGR 制御実行条件としては、冷却水温度が所定温度以上にある、内燃機関 1 が始動時から所定時間以上連続して運転されている、アクセル開度の変化量が正值である等の条件を例示することができる。

10

20

30

40

50

【0105】上記したようなEGR制御実行条件が成立していると判定した場合は、CPU41は、機関回転数とアクセル開度とに基づいてEGR弁開度制御マップへアクセスし、前記機関回転数及び前記アクセル開度に対応したEGR弁101の開度を算出する。

【0106】一方、上記したようなEGR制御実行条件が成立していないと判定した場合は、CPU41は、EGR弁101を全閉状態に保持すべく制御する。更に、EGR制御では、CPU41は、内燃機関1の吸入空気量をパラメータとしてEGR弁101の開度をフィードバック制御する、いわゆるEGR弁フィードバック制御を行う。

【0107】EGR弁フィードバック制御では、例えば、CPU41は、アクセル開度や機関回転数等をパラメータとして内燃機関1の目標吸入空気量を決定する。その際、アクセル開度と機関回転数と目標吸入空気量との関係を予めマップ化しておき、そのマップとアクセル開度と機関回転数とから目標吸入空気量が算出されるようにしてもよい。

【0108】上記した手順により目標吸入空気量が決定されると、CPU41は、RAM43に記憶されたエアフローメータ17の出力信号値（実際の吸入空気量）を読み出し、実際の吸入空気量と目標吸入空気量とを比較する。

【0109】前記した実際の吸入空気量が前記目標吸入空気量より少ない場合には、CPU41は、EGR弁101を所定量開弁させる。この場合、EGR通路100から吸気枝管14へ流入するEGRガス量が減少し、それに応じて内燃機関1の気筒2内に吸入されるEGRガス量が減少することになる。その結果、内燃機関1の気筒2内に吸入される新気の量は、EGRガスが減少した分だけ増加する。

【0110】一方、実際の吸入空気量が目標吸入空気量より多い場合には、CPU41は、EGR弁101を所定量開弁させる。この場合、EGR通路100から吸気枝管14へ流入するEGRガス量が増加し、それに応じて内燃機関1の気筒2内に吸入されるEGRガス量が増加する。この結果、内燃機関1の気筒2内に吸入される新気の量は、EGRガスが増加した分だけ減少することになる。

【0111】EGRガス量を増加させる必要がある場合に、既にEGR弁101が全開状態にあると、CPU41は、スロットル弁21を所定量開弁させるべくスロットル用アクチュエータ22を制御する。この場合、スロットル弁21より下流に位置する吸気枝管14における吸気負圧の負圧度合が大きくなるため、EGR通路100から吸気枝管14へ吸入されるEGRガス量が増加することになる。

【0112】尚、前記した所定量は、予め決定されている固定値であってもよく、あるいは、実際の吸入空気量

と目標吸入空気量との偏差に応じて変更される可変値であってもよい。

【0113】次に、EGRガス冷却制御は、EGR制御が実行状態にあるときに実行される制御である。このEGRガス冷却制御では、CPU41は、EGRガス冷却条件が成立しているときに、開閉弁107を開弁させてラジエーター106で冷却された冷却水の一部をEGRクーラ103に循環させ、以てEGR通路100を流れるEGRガスを冷却する。

【0114】上記したEGRガス冷却条件としては、水温センサ5の出力信号値（冷却水温度）が所定温度以上である、機関回転数が所定回転数以上である、アクセル開度が所定開度以上である、排気温度センサ32の出力信号値（排気温度）が所定温度以上である、等の条件を例示することができる。

【0115】次に、本発明の要旨となるEGR詰まり判定制御について述べる。本実施の形態にかかるEGR詰まり判定制御は、EGRクーラ103に詰まりが発生しているか否かを判定するための制御であり、内燃機関1の運転状態がEGR制御実行領域にあって、且つ、EGR弁フィードバック制御が実行状態にある場合に実行される。

【0116】本実施の形態に係るEGR詰まり判定制御では、CPU41は、EGRクーラ103に詰まりが発生していないときのEGR弁101の開度（以下、基準EGR弁開度と称する）とEGR詰まり判定制御の実行時におけるEGR弁101の開度（以下、判定用EGR弁開度と称する）とを比較することにより、EGRクーラ103に詰まりが発生しているか否かを判別する。

【0117】ここで、EGRクーラ103に詰まりが発生している場合は、EGR通路100から吸気枝管14へ流入するEGRガス量が減少するため、内燃機関1に吸入されるEGRガス量が減少する代わりに内燃機関1に吸入される新気の量が増加することになる。

【0118】すなわち、EGRクーラ103に詰まりが発生している場合は、エアフローメータ17の出力信号値（実際の吸入空気量）が目標吸入空気量を上回ることになる。このように実際の吸入空気量が目標吸入空気量を上回ると、EGR弁フィードバック制御によってEGR弁101の開度が実際の吸入空気量を目標吸入空気量まで減少させるべく開弁方向へ補正されることになる。

【0119】従って、判定用EGR弁開度が基準EGR弁開度より大きければ、EGRクーラ103に詰まりが発生していると言える。ところで、内燃機関1の運転状態が変化すると、それに応じてEGR弁101の開度も変更されるため、判定用EGR弁開度を検出する際の内燃機関1の運転状態は、基準EGR弁開度を検出した際の運転状態（以下、基準運転状態と称する）と同一である必要がある。

【0120】そこで、CPU41は、内燃機関1の運転

状態が基準運転状態と同一の運転状態にあるときに判定用 EGR 弁開度を検出するようにした。前記した基準運転状態は、低負荷の定常運転状態であることが好ましく、特に暖機運転完了後のアイドル運転状態であることが好ましい。これは、内燃機関 1 が高負荷運転状態にある場合は、内燃機関 1 から排出される排気の流量が多く、排気枝管 24 内における排気の圧力が高くなりやすいため、たとえ EGR クーラ 103 に詰まりが発生していても、EGR 通路 100 から吸気枝管 14 へ流入する EGR ガス量が減少し難く、EGR 弁フィードバック制御において EGR 弁 101 の開度が開弁方向へ補正されない、あるいは開弁方向への補正量が極僅かとなることが想定されるからである。

【0121】また、内燃機関 1 が基準運転状態と同一の運転状態にある場合であっても、エアフローメータ 17、EGR 弁 101、EGR 開度センサ 102 等の初期公差や、内燃機関 1 を搭載した車両が置かれている環境（外気温、気圧等）の変化等の影響によって、EGR 弁 101 の開度が基準開度より大きくなることも想定されるため、本実施の形態では、実際の EGR 弁開度が基準開度より所定開度以上大きい場合に、EGR クーラ 103 に詰まりが発生していると判定するようにした。

【0122】以下、本実施の形態に係る EGR 詰まり判定制御について具体的に説明する。CPU 41 は、EGR 詰まり判定制御を実行するにあたり、図 3 に示すような EGR 詰まり判定制御ルーチンを実行する。この EGR 詰まり判定制御ルーチンは、EGR 弁フィードバック制御が実行されている状況下において所定時間毎（例えば、クランクポジションセンサ 4 がパルス信号を出力する度）に繰り返し実行されるルーチンである。

【0123】EGR 詰まり判定制御ルーチンでは、CPU 41 は、先ず S301 において RAM 43 に設定された EGR 異常フラグ記憶領域へアクセスし、前記 EGR 異常フラグ記憶領域に“0”が記憶されているか否かを判別する。

【0124】前記した EGR 異常フラグ記憶領域は、EGR クーラ 103 に詰まりが発生しているときには“1”が記憶され、EGR クーラ 103 に詰まりが発生していないときには“0”が記憶される領域である。

【0125】前記 S301 において EGR 異常フラグ記憶領域に“1”が記憶されていると判定した場合は、CPU 41 は、本ルーチンの実行を一旦終了する。一方、前記 S301 において EGR 異常フラグ記憶領域に

“0”が記憶されていると判定した場合は、CPU 41 は、S302 へ進み、RAM 43 から機関回転数、アクセル開度センサ 35 の出力信号値（アクセル開度）、燃料噴射量、水温センサ 5 の出力信号値（冷却水温度）、スロットルポジションセンサ 23 の出力信号値（スロットル開度）、排気絞り用アクチュエータ 34 に印加されている駆動電力等の各種データを読み出す。

【0126】S303 では、CPU 41 は、前記 S302 で読み出した各種データに基づいて内燃機関 1 の運転状態が基準運転状態と同一の運転状態にあるか否かを判別する。

【0127】その際、CPU 41 は、機関回転数が基準運転状態に於ける機関回転数と同一である、アクセル開度が基準運転状態に於けるアクセル開度と同一である、燃料噴射量が基準運転状態に於ける燃料噴射量と同一である、冷却水温度が基準運転状態に於ける冷却水温度と同一である、スロットル開度が基準運転状態に於けるスロットル開度と同一である、排気絞り用アクチュエータ 34 に印加されている駆動電力が基準運転状態に於いて排気絞り用アクチュエータ 34 に印加された駆動電力と同一である、DPF 30 に詰まりが発生していない、DPF 30 の再生処理が非実行状態にある等の条件が成立しているか否かを判別することにより、内燃機関 1 の運転状態が基準運転状態と同一の運転状態にあるか否かを判別するようにしてもよい。

【0128】更に、CPU 41 は、上記した条件に加えて、エアコンディショナ用コンプレッサやパワーステアリング用ポンプ等の補機類の作動状態も考慮して、内燃機関 1 の運転状態が基準運転状態と同一の運転状態にあるか否かを判別するようにしてよい。

【0129】前記 S303 において内燃機関 1 の運転状態が基準運転状態と同一の運転状態にないと判定した場合は、CPU 41 は、本ルーチンの実行を一旦終了する。一方、前記 S303 において内燃機関 1 の運転状態が基準運転状態と同一の運転状態にあると判定した場合は、CPU 41 は、S304 へ進み、EGR 開度センサ 102 の出力信号値（判定用 EGR 弁開度）を入力する。

【0130】S305 では、CPU 41 は、ROM 42 へアクセスし、基準 EGR 弁開度を読み出す。S306 では、CPU 41 は、前記 S304 において入力された判定用 EGR 弁開度と前記 S305 において読み出した基準 EGR 弁開度とを比較し、前記判定用 EGR 弁開度が前記基準 EGR 弁開度より所定開度以上大きいと判別する。

【0131】前記 S306 において前記判定用 EGR 弁開度が前記基準 EGR 弁開度より所定開度以上大きいと判定した場合は、CPU 41 は、EGR クーラ 103 に詰まりが発生しているとみなし、S307 において RAM 43 の EGR 異常フラグ記憶領域に“1”を書き込んだ後、本ルーチンの実行を終了する。

【0132】一方、前記 S306 において前記判定用 EGR 弁開度が前記基準 EGR 弁開度より所定開度以上大きくないと判定した場合は、CPU 41 は、EGR クーラ 103 に詰まりが発生していないとみなし、S308 において RAM 43 の EGR 異常フラグ記憶領域に

“0”を書き込んだ後、本ルーチンの実行を終了する。

【0133】このように CPU 41 が EGR 詰まり判定

制御ルーチンを実行することにより、本発明に係る詰まり判定手段が実現される。従って、本実施の形態に係る排気再循環装置の詰まり検出装置によれば、内燃機関の排気系を流れる排気の一部を吸気系へ再循環させる排気再循環装置において、該排気再循環装置における EGR ガス流路の詰まりを精度良く検出することが可能となる。

【0134】尚、本実施の形態では、EGR 開度センサ 102 の出力信号値と基準開度とを比較して EGR クーラ 103 の詰まりを判定する例について述べたが、排気再循環装置が EGR 開度センサ 102 を備えていない場合は、CPU 41 から EGR 弁 101 へ印加される駆動電力と基準開度に対応した駆動電力とを比較して EGR クーラ 103 の詰まりを判定するようにしてもよい。

【0135】＜実施の形態 2＞次に、本発明に係る排気再循環装置の詰まり判定装置の第 2 の実施態様について図 4 に基づいて説明する。ここでは、前述の第 1 の実施の形態と異なる構成について説明し、同様の説明についてはその説明を省略する。

【0136】前述の第 1 の実施の形態では、判定用 EGR 弁開度と基準 EGR 弁開度とを比較することによって EGR クーラ 103 の詰まりを判定する例について述べたが、本実施の形態では、前述の基準開度の代わりに、内燃機関 1 が基準運転状態にあり且つ EGR クーラ 103 に詰まりが発生していないときに実行された学習制御によって得られた EGR 弁開度と判定用 EGR 弁開度を用いて、EGR クーラ 103 の詰まりを判定する例について述べる。

【0137】この場合、CPU 41 は、EGR クーラ 103 に詰まりが発生していない時、例えば、排気再循環装置を搭載した車両が新車状態の時、もしくは、排気再循環装置の構成部品が新しい部品に交換された時であって、EGR 弁フィードバック制御が実行されている時に、図 4 に示すような EGR 弁開度学習制御ルーチンを実行することになる。この EGR 弁開度学習制御ルーチンは、予め ROM 42 の所定領域に記憶されているルーチンである。

【0138】EGR 弁開度学習制御ルーチンでは、CPU 41 は、まず、S401 において RAM 43 から機関回転数、エアフローメータ 17 の出力信号値（実際の吸入空気量）、EGR 弁フィードバック制御に係る目標吸入空気量、アクセル開度センサ 35 の出力信号値（アクセル開度）、燃料噴射量、水温センサ 5 の出力信号値（冷却水温度）、スロットルポジションセンサ 23 の出力信号値（スロットル開度）、排気絞り用アクチュエータ 34 に印加されている駆動電力等の各種データを読み出す各種のデータを読み出す。

【0139】S402 では、CPU 41 は、前記 S401 において読み出されたデータをパラメータとして内燃機関 1 が基準運転状態にあるか否かを判別する。前記 S

402 において内燃機関 1 が基準運転状態にないと判定した場合は、CPU 41 は、前述した S401 以降の処理を再度実行する。

【0140】一方、前記 S402 において内燃機関 1 が基準運転状態にあると判定した場合は、CPU 41 は、S403 へ進み、前記 S401 において読み出された実際の吸入空気量と目標吸入空気量とを比較し、実際の吸入空気量が目標吸入空気量に収束しているか否かを判別する。

【0141】前記 S403 において実際の吸入空気量が目標吸入空気量に収束していないと判定した場合は、CPU 41 は、前述した S401 以降の処理を再度実行する。前記 S403 において実際の吸入空気量が目標吸入空気量に収束していると判定した場合は、CPU 41 は、S404 へ進み、EGR 弁開度学習処理を実行する。具体的には、EGR 弁開度制御マップと内燃機関 1 の運転状態（この場合は基準運転状態）とから決定される EGR 弁 101 の開度と、EGR 開度センサ 102 の出力信号値（実際の EGR 弁開度）との差分を算出し、算出された差分を学習値として RAM 43 の所定領域に記憶する。

【0142】S405 では、CPU 41 は、EGR 弁開度学習処理の実行回数を計数する学習回数カウンタ：C のカウンタ値を 1 回分インクリメントする。前記した学習回数カウンタは、CPU 41 に内蔵されたレジスタであってもよく、又は、RAM 43 の所定領域に設定され学習処理の実行回数を記憶するための記憶領域であってもよい。

【0143】S406 では、CPU 41 は、前記 S405 において更新された学習回数カウンタ：C のカウンタ値が所定回数（例えば、N 回）以上であるか否かを判別する。

【0144】前記 S406 において前記学習回数カウンタ：C のカウンタ値が所定回数：N 未満であると判定した場合は、CPU 41 は、前述した S401 以降の処理を再度実行する。

【0145】前記 S406 において前記学習回数カウンタ：C のカウンタ値が所定回数：N 以上であると判定した場合は、CPU 41 は、S407 へ進み、RAM 43 に記憶された N 個の学習値を読み出し、それら N 個の学習値の平均値を算出する。

【0146】S408 では、CPU 41 は、予め求められている基準 EGR 弁開度を前記平均値で補正し、補正後の基準 EGR 弁開度を新たな基準 EGR 弁開度として RAM 43 の所定領域に記憶させる。

【0147】CPU 41 は、前記 S408 の処理を実行し終えると、本ルーチンの実行を終了する。このような EGR 弁開度学習制御ルーチンによれば、EGR 詰まり判定制御に使用される基準 EGR 弁開度は、エアフローメータ 17、EGR 弁 101、EGR 開度センサ 102

10

20

30

40

50

等の初期公差を考慮した値となるため、内燃機関 1 の個体差による判定精度の低下が防止され、より精度の高い EGR 詰まり判定制御を行うことが可能となる。

【0148】＜実施の形態 3＞次に、本発明に係る排気再循環装置の詰まり検出装置の第 3 の実施態様について図 5 に基づいて説明する。ここでは、前述の第 1 の実施の形態と異なる構成について説明し、同様の構成についてはその説明を省略する。

【0149】前述の第 1 の実施の形態では、EGR 弁 101 の開度をパラメータとして EGR クーラ 103 の詰まりを判定する例について述べたが、本実施の形態では、EGR クーラ 103 の冷却効率をパラメータとして EGR クーラ 103 の詰まりを判定する例について述べる。

【0150】ここで、EGR クーラ 103 に詰まりが発生すると、該 EGR クーラ 103 の熱交換効率が低下し、それに応じて EGR クーラ 103 の冷却効率が低下することになる。

【0151】従って、内燃機関 1 が基準運転状態にあるときの EGR クーラ 103 の冷却効率が、内燃機関 1 が基準運転状態にあるときであって、EGR クーラ 103 に詰まりが発生していないときでないときの冷却効率より低下した場合は、EGR クーラ 103 に詰まりが発生していると判定することができる。

【0152】EGR クーラ 103 の冷却効率は、EGR クーラ 103 に流入する EGR ガスの温度（以下、クーラ入ガス温度と称する）と、EGR クーラ 103 から流出する EGR ガスの温度（以下、クーラ出ガス温度と称する）と、EGR クーラ 103 に流入する冷却水温度とをパラメータとして一意に求めることができる。

【0153】具体的には、EGR クーラ 103 の冷却効率は、EGR クーラ 103 に流入する EGR ガス温度を  $T_{in}$ 、EGR クーラ 103 から流出する EGR ガス温度を  $T_{out}$ 、冷却水温度を  $THW$  とすると、  
EGR クーラ冷却効率 =  $(T_{in} - T_{out}) / (T_{in} - THW)$

という式で表すことができる。

【0154】クーラ入ガス温度： $T_{in}$ を求める方法としては、(1) EGR 通路 100 において EGR クーラ 103 の直上流に位置する部位に温度センサを取り付けてクーラ入ガス温度： $T_{in}$ を直接検出する方法、(2) タービンハウジング 19b より下流の排気温度とタービンハウジング 19b において消費された熱エネルギーとをパラメータとしてクーラ入ガス温度： $T_{in}$ を推定する方法、(3) 内燃機関 1 の吸入空気量と冷却水温度と燃料噴射量とサイクル効率とをパラメータとしてクーラ入ガス温度： $T_{in}$ を推定する方法等を推定する方法等を例示することができる。

【0155】クーラ出ガス温度： $T_{out}$ を求める方法としては、(4) EGR 通路 100 において EGR クーラ

103 の直下流に位置する部位に温度センサを取り付けてクーラ出ガス温度： $T_{out}$ を直接検出する方法、

(5) EGR 率とインタークーラ 20 下流における吸気温度と EGR 弁 101 下流の吸気枝管 14 における吸気温度とをパラメータとしてクーラ出ガス温度： $T_{out}$ を算出する方法、(6) 吸気枝管 14 における吸気圧力と吸気管ベース充填効率と EGR 101 下流の吸気枝管 14 における吸気温度の仮定値： $T$ とインタークーラ 20 下流の吸気温度とから仮のクーラ出ガス温度を求めるとともに、仮のクーラ出ガス温度を用いて EGR 101 下流の吸気枝管 14 における吸気温度： $T'$ を求め、前記  $T'$ が前記  $T$ と一致するように収束演算を行うことにより真のクーラ出ガス温度： $T_{out}$ を算出方法等を例示することができる。

【0156】本実施の形態では、クーラ入ガス温度： $T_{in}$ を求める方法として前述した(2)の方法を例に挙げ、クーラ出ガス温度： $T_{out}$ を求める方法として前述した(5)の方法を例に挙げて説明する。

【0157】図 5 は、本実施の形態に係る排気再循環装置の詰まり判定装置を適用する内燃機関とその吸排気系の概略構成を示す図である。図 5 において、吸気枝管 14 において EGR 通路 100 との接続部位より下流の部位には該吸気枝管 14 内の流れる吸気（新気と EGR ガスとの混合ガス）の温度に対応した電気信号を出力する吸気温度センサ 50 が取り付けられている。

【0158】更に、吸気枝管 14 には、該吸気枝管 14 内の吸気の圧力（過給圧）に対応した電気信号を出力する吸気管圧力センサ 51 が取り付けられている。尚、以下では、エアクリーナボックス 16 直下流の吸気管 15 に取り付けられている吸気温度センサ 18 を第 1 吸気温度センサ 18 と称し、吸気枝管 14 に取り付けられた吸気温度センサ 50 を第 2 吸気温度センサ 50 と称するものとする。

【0159】以下、クーラ入ガス温度： $T_{in}$ とクーラ出ガス温度： $T_{out}$ の推定手順について述べる。まず、クーラ入ガス温度： $T_{in}$ を推定する場合には、CPU 41 は、排気温度センサ 32 の出力信号値（タービンハウジング 19b 下流の排気温度）と、エアフローメータ 17 の出力信号値（内燃機関 1 に吸入される新気の量）と、吸気管圧力センサ 51 の出力信号（過給圧）とを入力する。

【0160】CPU 42 は、吸気管圧力センサ 51 の出力信号値（過給圧）とエアフローメータ 17 の出力信号値（内燃機関 1 に吸入される新気の量）とをパラメータとして、排気枝管 14 における排気の圧力、言い換えればタービンハウジング 19b のタービン膨張比を算出する。

【0161】続いて、CPU 42 は、排気温度センサ 35 の出力信号値と前記タービン膨張比とに基づいてタービンハウジング 19b に流入する前の排気の温度、すな

わちクーラ入ガス温度： $T_{in}$ を算出する。

【0162】ここで、排気温度センサ35の出力信号値を $T1$ 、タービン膨張比を $P1$ 、吸気管圧力センサ51の出力信号値を $P2$ 、タービンハウジング19bのタービン効率を $\eta_t$ とすると、タービンハウジング19bに関して以下に示すような理論式が成立することになる。

$$\eta_t = (T_{in} - T1) / (T_{in} (1 - 1 / (P1 / P2)^{0.248}))$$

尚、タービン効率： $\eta_t$ は、タービンハウジング19b固有の値であるため、予め実験的に求め、ROM42に記憶させておけばよい。

【0163】従って、上記した理論式に排気温度センサ35の出力信号値： $T1$ 、タービン膨張比を $P1$ 、吸気管圧力センサ51の出力信号値を $P2$ 、及び、タービンハウジング19bを代入することにより、クーラ入ガス温度： $T_{in}$ が求められる。

【0164】次に、クーラ出ガス温度： $T_{out}$ を推定し  
20  
する場合には、CPU41は、エアフローメータ17の出力信号値（内燃機関1に吸入される新気の量）と、第1吸気温度センサ18の出力信号値（コンプレッサハウジング19aに流入する前の吸気温度）と、第2吸気温度センサ50の出力信号値（EGR弁101下流の吸気温度）と、吸気管圧力センサ51の出力信号値（過給圧）とを入力する。

【0165】続いて、CPU41は、内燃機関1に吸入される吸気中に含まれるEGRガス量の比率（EGR率）と、インタークーラ20から流出する吸気のとを算出する。

【0166】EGR率をする場合は、CPU41は、内燃機関1に吸入される吸気の総量（内燃機関1に吸入される新気の量とEGRガスの量との総和）と、エアフローメータ17の出力信号値（内燃機関1に吸入される新気の量）とをパラメータとしてEGR率を算出する。

【0167】ここで、EGR率を $EGR_R$ 、エアフローメータ17の出力信号値を $G_A$ 、内燃機関1に吸入される吸気の総量を $G_{ALL}$ とすると、EGR率は以下の式  
30  
出表することができる。

$$EGR_R = (G_{ALL} - G_A) / G_{ALL}$$

内燃機関1に吸入される吸気の総量： $G_{ALL}$ は、吸気管圧力センサ51の出力信号値（過給圧）と、内燃機関1固有の吸気管ベース充填効率との積算することによって求めることが可能である。前記した吸気管ベース充填効率は、機関回転数の関数として表すことができるが、予め実験的に求めておくようにしてもよい。

【0168】インタークーラ20を通過した後の吸気の温度を算出する場合は、CPU41は、先ず、内燃機関1を搭載した車両の走行速度とエアフローメータ17の出力信号値とをパラメータとしてインタークーラ20の冷却効率を算出する。

【0169】続いて、CPU42は、コンプレッサハウ

ジング19aのコンプレッサ効率と第1吸気温度センサ18の出力信号値とをコンプレッサハウジング19aに関する理論式に代入してコンプレッサハウジング19aから流出する吸気の温度、すなわちインタークーラ20に流入する吸気の温度を算出する。

【0170】コンプレッサハウジング19aに関する理論式は、コンプレッサハウジング19aのコンプレッサ効率を $\eta_c$ 、第1吸気温度センサ18の出力信号値を $T2$ 、吸気管圧力センサ51の出力信号値を $P2$ 、コンプレッサハウジング19aから流出した吸気の圧力を $P3$ 、コンプレッサハウジング19aから流出する吸気の温度を $T3$ とすると、

$$\eta_c = T2 * ((P3 / P2)^{0.286} - 1) / (T3 - T2)$$

と表すことができる。

【0171】前記コンプレッサ効率： $\eta_c$ は、コンプレッサハウジング19a固有の値であり、エアフローメータ17の出力信号値とコンプレッサハウジング19aから流出した吸気の圧力： $P3$ とをパラメータとして求めることができ、コンプレッサハウジング19aから流出した吸気の圧力： $P3$ は、吸気管圧力センサ51の出力信号値（過給圧）からインタークーラ20における圧力損失分を減算することにより求めることができる。

【0172】CPU42は、上記した方法によって求められた、インタークーラ20の冷却効率と、インタークーラ20に流入する吸気の温度とから、インタークーラ20を通過した後の吸気温度を算出する。

【0173】このようにしてEGR率とインタークーラ20を通過した後の吸気温度とが求められると、CPU41は、EGR率と、インタークーラ20を通過した後の吸気温度と、第2吸気温度センサ50の出力信号値（EGR弁101より下流の吸気温度、すなわちインタークーラ20によって冷却された新気中にEGRガスが混合した後の吸気温度）とをパラメータとしてクーラ出ガス温度： $T_{out}$ を算出する。

【0174】ここで、EGR率を $EGR_R$ 、インタークーラ20を通過した後の吸気温度を $T_{ico}$ 、第2吸気温度センサ50の出力信号値を $T4$ とすると、

$$T4 = EGR_R * T_{out} + (1 - EGR_R) * T_{ico}$$

という式が成り立つ。

【0175】そこで、上記の式に、先に求められたEGR率、インタークーラ20を通過した後の吸気温度、及び第2吸気温度センサ50の出力信号値を代入することにより、クーラ出ガス温度： $T_{out}$ が算出される。

【0176】以上述べた方法によって推定されたクーラ入ガス温度： $T_{in}$ 、及びクーラ出ガス温度： $T_{out}$ を、 $EGR_{クーラ冷却効率} = (T_{in} - T_{out}) / (T_{in} - T_{HW})$  という式に代入することにより、EGRクーラ冷却効率が算出される。

【0177】従って、CPU41は、上記した手順によ

って算出されたEGRクーラ冷却効率と、EGRクーラ103に詰まりが発生していないときのEGRクーラ冷却効率とを比較することにより、EGRクーラ103に詰まりが発生しているか否かを判定することができる。

【0178】

【発明の効果】本発明に係る排気再循環装置の詰まり検出装置によれば、内燃機関が所定運転状態にあるときの流量調整弁の開度と、内燃機関が所定運転状態にあり且つ排気再循環通路に詰まりが発生していないときの流量調整弁の開度に基づいた基準開度とを比較することにより、排気再循環通路に詰まりが発生しているか否かを判別することが可能となる。

【0179】その際、基準開度として、内燃機関が所定運転状態にあり、且つ、排気再循環通路に詰まりが発生していない時に検出された開度の学習値を考慮して決定される値を用いることにより、排気再循環装置の構成部品の初期公差等に起因した誤判定を防止することが可能となり、判定精度を向上させることができる。

【0180】また、本発明に係る排気再循環装置の詰まり検出装置において、排気再循環通路の途中に冷却手段が設けられている場合は、内燃機関が所定の運転状態にある場合の冷却手段の冷却効率と、内燃機関が所定の運転状態にあり且つ冷却手段に詰まりが発生していない場合の冷却効率とを比較することにより、冷却手段に詰まりが発生しているか否かを判定することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1の実施の形態に係る排気再循環装置の詰まり検出装置を適用する内燃機関とその吸排気系の概略構成を示す図

【図2】 ECUの内部構成を示す図

【図3】 EGR詰まり判定制御ルーチンを示すフローチャート図

【図4】 EGR弁開度学習制御ルーチンを示すフローチャート図

【図5】 第3の実施の形態に係る排気再循環装置の詰まり検出装置を適用する内燃機関とその吸排気系の概略構成を示す図

【符号の説明】

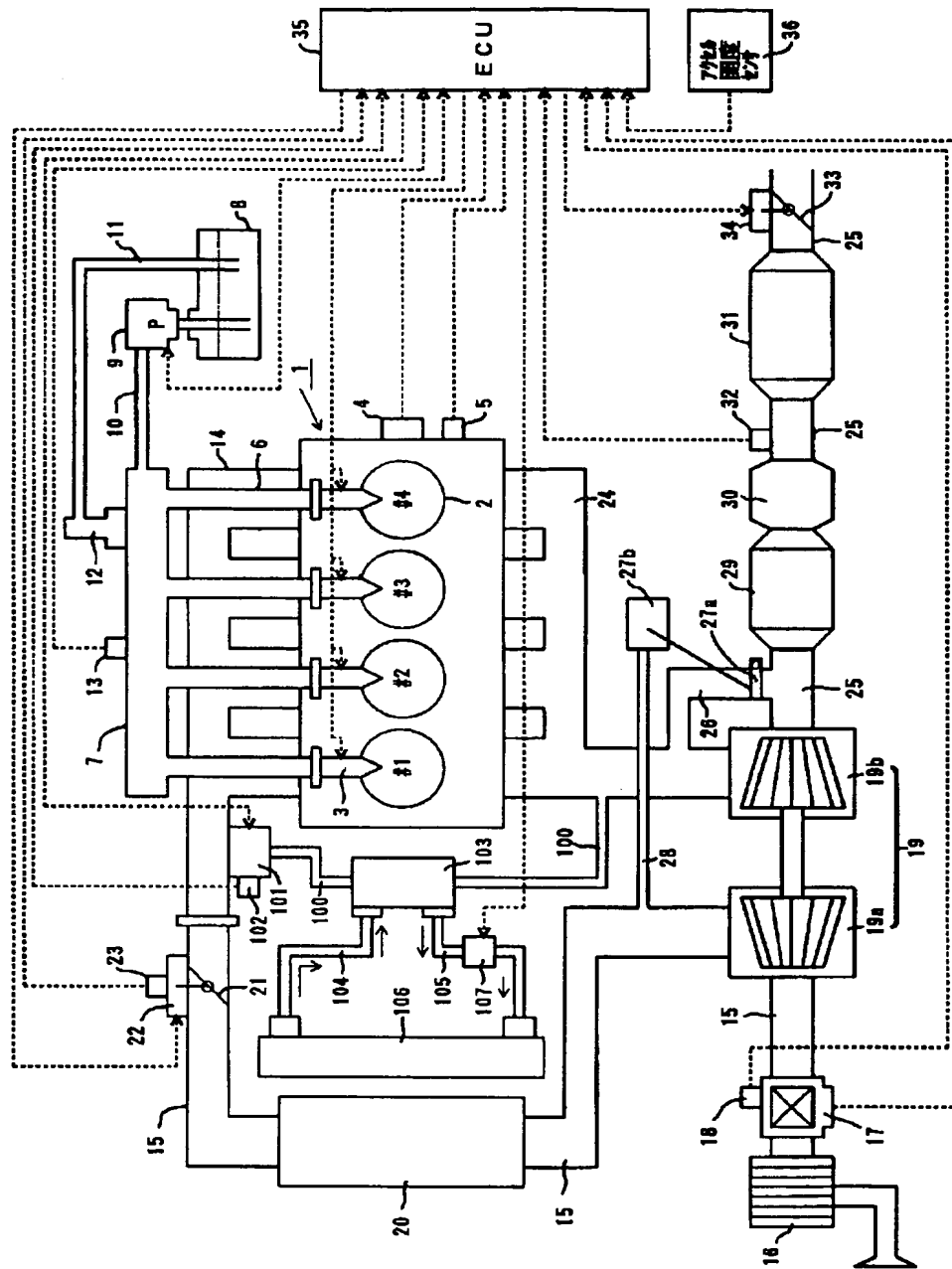
- 1・・・内燃機関
- 2・・・気筒
- 3・・・燃料噴射弁
- 5・・・水温センサ
- 14・・・吸気枝管
- 15・・・吸気管
- 17・・・エアフローメータ
- 18・・・第1吸気温度センサ
- 19・・・遠心過給機
- 19a・・・コンプレッサハウジング
- 19b・・・タービンハウジング
- 20・・・インタークーラ
- 21・・・スロットル弁（吸気絞り弁）
- 24・・・排気枝管
- 25・・・排気管
- 29・・・第1排気浄化触媒
- 30・・・DPF
- 31・・・第2排気浄化触媒
- 32・・・排気温度センサ
- 50・・・第2吸気温度センサ
- 51・・・吸気管圧力センサ
- 100・・・EGR通路（排気再循環通路）
- 101・・・EGR弁
- 102・・・EGR開度センサ
- 103・・・EGRクーラ

10

20

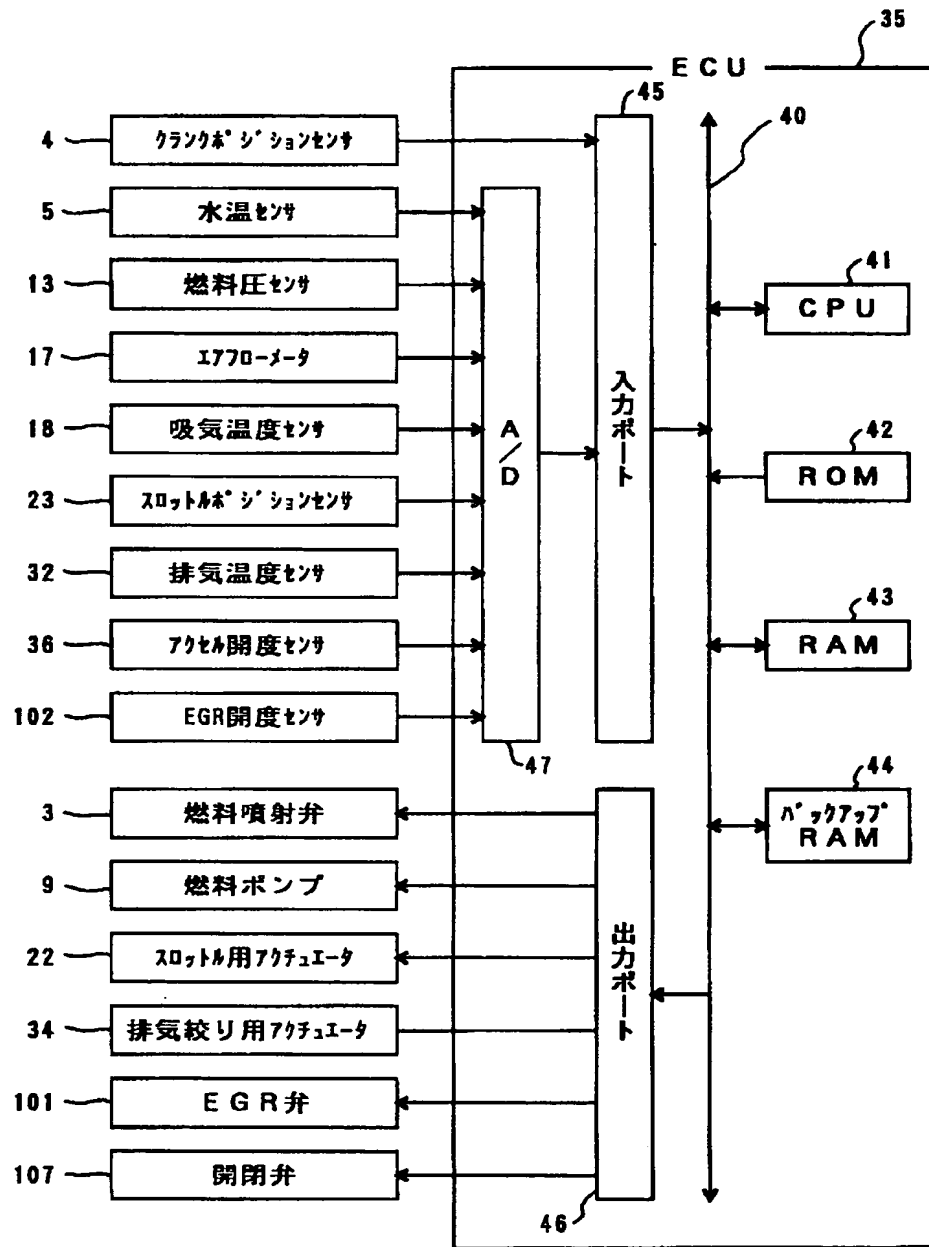
30

【図1】

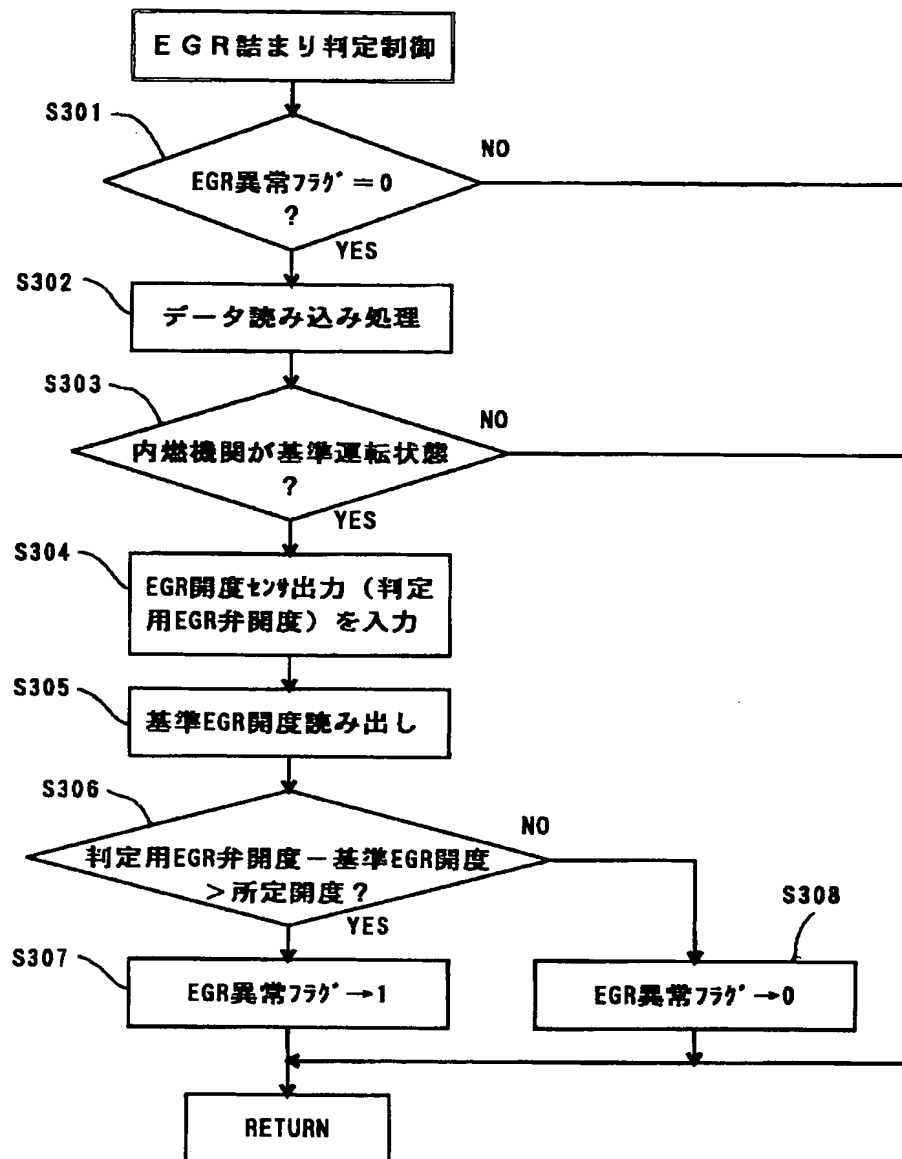




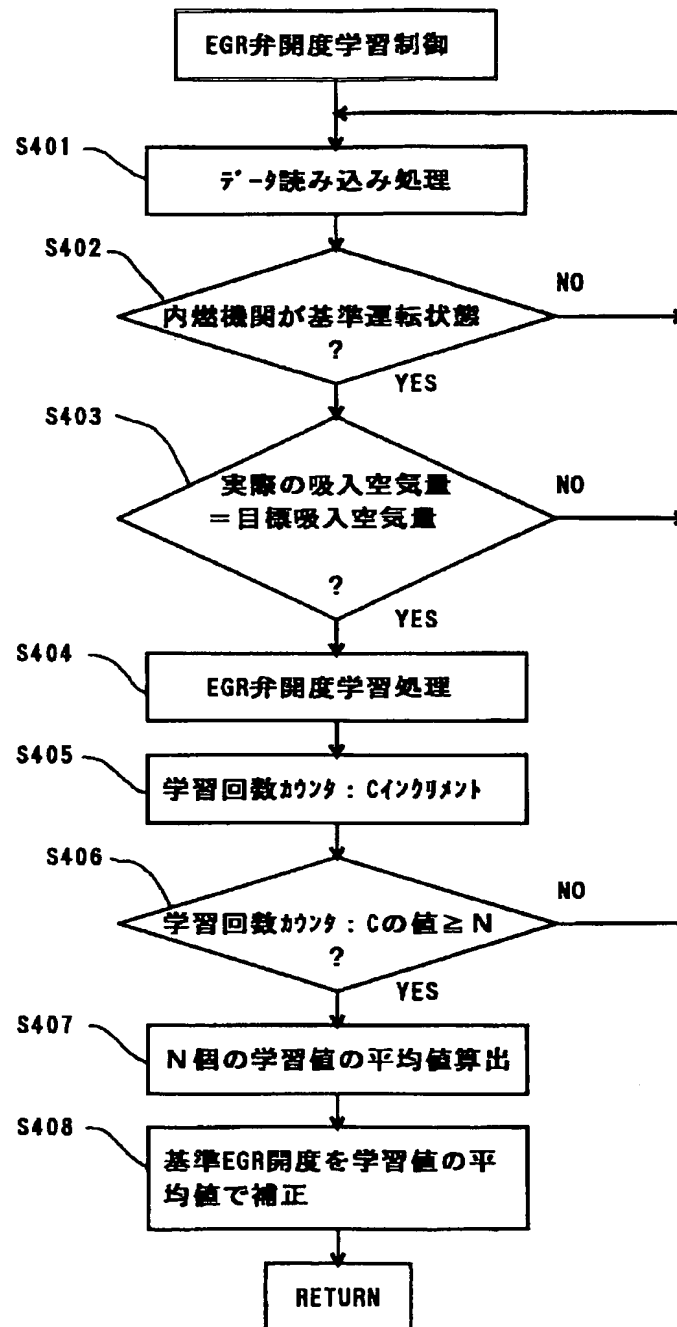
【図 2】



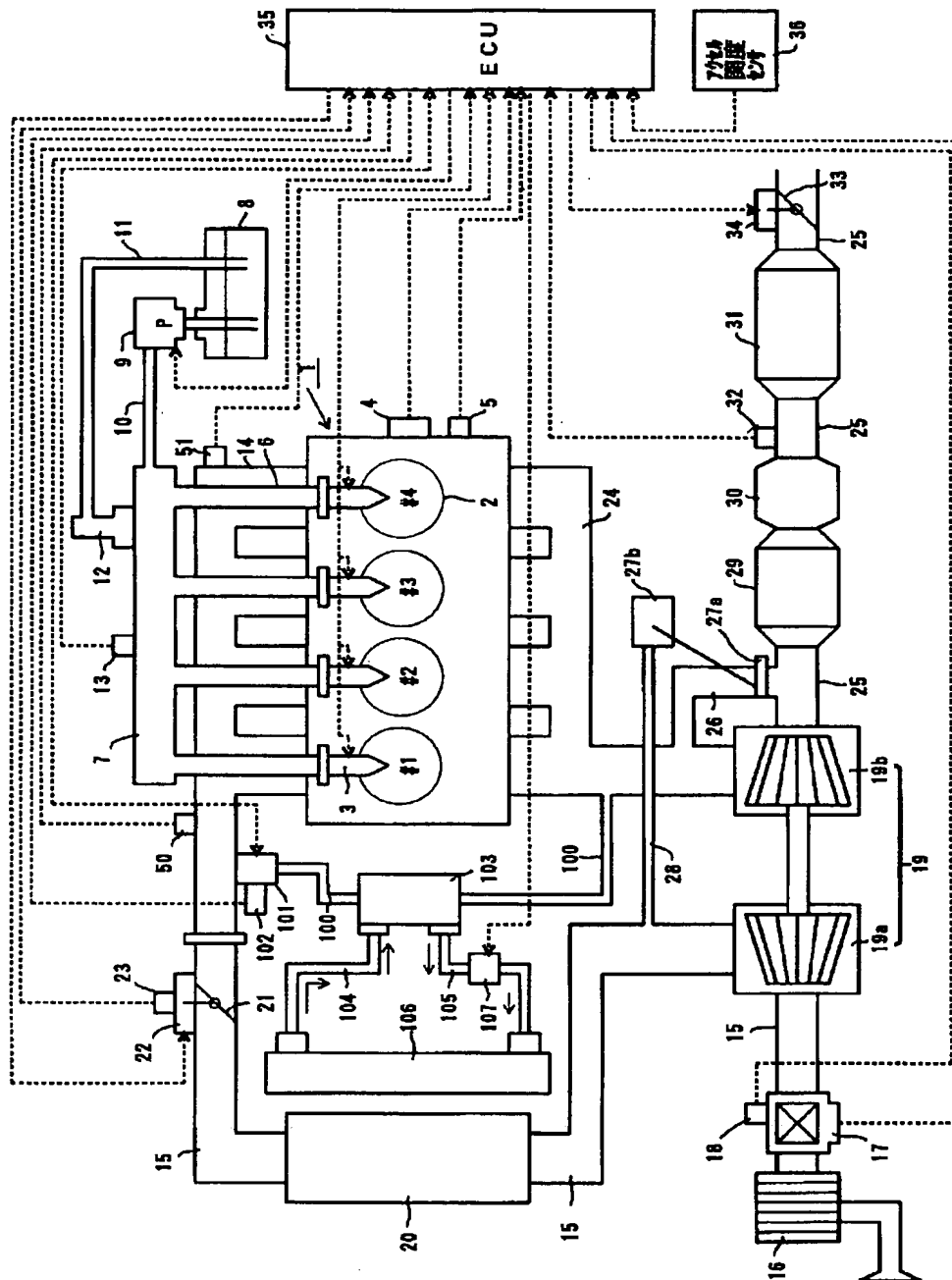
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 福間 隆雄  
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 大坪 康彦  
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 松岡 広樹  
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動  
車株式会社内  
(72)発明者 小林 正明  
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動  
車株式会社内

(72)発明者 遠藤 元志郎  
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動  
車株式会社内  
Fターム(参考) 3G062 AA05 ED08 FA19 GA06 GA15  
GA21